

⑨日本国特許庁(JP)

⑩特許出願公開

⑪公開特許公報(A)

昭54—64780

⑫Int. Cl.<sup>2</sup>  
B 23 Q 41/08

識別記号 ⑬日本分類  
74 A 2

庁内整理番号 ⑭公開 昭和54年(1979)5月24日  
7226—3C

発明の数 2  
審査請求 未請求

(全 33 頁)

⑮機械加工における無人運転システム

⑯発明者 森本 勲

沼津市大岡2068の3 東芝機械  
株式会社沼津事業所内

⑰特 願 昭52—131848

⑱出 願 昭52(1977)11月2日

⑲出 願 人

東芝機械株式会社  
東京都中央区銀座4丁目2番11  
号

⑳発 明 者 吉田 哲

沼津市大岡2068の3 東芝機械  
株式会社沼津事業所内

明細書<sup>上</sup>  
~~工作物~~

1. 発明の名称

機械加工における無人運転システム

2. 特許請求の範囲

(1) 加工機械の主軸に装着されて加工に供されている工具が折損状態となったことを判定するのに参照される第1のデータ、および同工具が前記第1のデータに基づいて折損と判定されたことを示す第2のデータをそれぞれ記憶するための第1、第2のメモリ領域が工具貯蔵手段に収納される工具に対応して設けられるようにした第1のメモリ手段を有する機械加工の無人運転システムにおいて、前記工具によるある1つの工作物加工の突定常切削中に前記第1のデータとの比較に用いられる第3のデータを検出して第2のメモリ手段に記憶する第1のステップと、前記第1および第3のデータを前記各メモリ手段から読み出して比較判定する第2のステップと、前記第2のステップで前記工具が折損状態と判定された場合前記工具に

対応する前記第1のメモリ手段の第2のメモリ領域に前記第2のデータを記憶する第3のステップと、前記第2のステップで前記工具が折損状態と判定された場合前記工具による前記工作物に対する加工の進行を中断させると共に前記工具の装着されている主軸を前記工作物に対し相対移動させて前記工作物と工具を離間せしめさらに前記工作物を前記加工機械の加工作業域から搬出し次いで同作業域に他の新しい工作物を搬入する第4のステップと、前記第4のステップで新たに前記加工作業域に搬入される他の工作物を加工するためのNC加工プログラムを対応させる第5のステップとからなり工具折損判定によってある1つの工作物加工の進行を中断させて同工作物を加工対象から除き他の工作物を加工機械の加工作業域に搬入して無人運転を続行せしめるようにしたことを特徴とする機械加工の無人運転システム。

(2) 特許請求の範囲第1項において、

工作物の突定常切削状態で前記第1のステップに先立って前記第1のデータを第1のメモリ手

段の第1のメモリ領域に記憶せしめる第6のステップを有することを特徴とする機械加工の無人運転システム。

(3) 特許請求の範囲第1項において、

システムが無人運転に入る前に同無人運転中に用いられる各工具に関する前記第1のデータを前記第1のメモリ手段の第1のメモリ領域へ記憶せしめる第7のステップを有することを特徴とする機械加工の無人運転システム。

(4) 特許請求の範囲第1項において、前記工具貯蔵手段には予じめ、折損の予想される工具に対して代替用として同じ工具を複数本収納されるようにして工具グループを形成し前記第1のメモリ手段には前記工具グループの各工具を同定 (identify) するための第4のデータを記憶する第3のメモリ領域を有しており、前記工具グループの中のある1つの工具 (Tj) が折損状態と判定され、同工具 Tj に対応する第1のメモリ手段の第2のメモリ領域に第2のデータが記憶された後前記他の工作物の加工中再び前記工具 Tj が呼び出された場合には

- 3 -

給される正常な工具を貯蔵する第2の工具貯蔵手段とを有しており、前記第1の工具貯蔵手段に収納されていた工具が折損状態であると判定された場合、同折損判定工具と同一形格の正常な工具を前記第2の工具貯蔵手段の中から選択して前記第1の工具貯蔵手段に収納されている前記折損判定工具と交換する第9のステップを有する機械加工の無人運転システム。

(9) 特許請求の範囲第8項において、

前記第1の工具貯蔵手段には同一形格の工具の複数本からなる工具グループが形成されており、同じ工具グループ内の工具がすべて折損状態であると判定された場合前記第9のステップを行わせるようにした第10のステップを有することを特徴とする機械加工の無人運転システム。

(10) 特許請求の範囲第8項において、

第9のステップを第4および第5のステップと並行して遂行させる第11のステップを有し、システムが次の他の工作物加工に移った状態では前記折損判定工具を正常な工具と交換済みとする

- 5 -

特開昭54-64780(2)

前記工具グループの中の、前記第2のデータの記憶されていない工具の1つを前記工具 Tj に代えて指定する第8のステップを有することを特徴とする機械加工の無人運転システム。

(5) 特許請求の範囲第1項において、

前記第2のメモリ手段として前記第1のメモリ手段の中の他のメモリ領域を用いるようにしたことを特徴とする機械加工の無人運転システム。

(6) 特許請求の範囲第1項において、前記第1、第3のデータを主軸モータの切削電流値にて設定されるようにしたことを特徴とする機械加工における無人運転システム。

(7) 特許請求の範囲第1項において、前記第1、第3のデータを切削中の推力値で設定されるようにしたことを特徴とする機械加工における無人運転システム。

(8) 特許請求の範囲第1項において、前記工具貯蔵手段が、前記加工機械の工具交換手段と連繋して同機械の主軸へ供給される工具を収納する第1の工具貯蔵手段および同第1の工具貯蔵手段に供

- 4 -

ようにしたことを特徴とする機械加工の無人運転システム。

(11) 特許請求の範囲第8項において、

前記第2の工具貯蔵手段からの正常な工具が前記第1の工具貯蔵手段に収納されている前記折損判定工具と交換された場合、前記第1メモリ手段内の前記折損判定工具に対応する第2データをクリアする第12のステップを有することを特徴とする機械加工の無人運転システム。

(12) 加工機械の主軸に装着されて加工に供されている工具が折損状態となったことを判定するのに参照される第1のデータ、前記工具が摩耗状態となったことを判定するのに参照される第2のデータ、前記工具が前記第1のデータに基づいて折損状態と判定されたことを示す第3のデータおよび前記工具が前記第2のデータに基づいて摩耗状態と判定されたことを示す第4のデータをそれぞれ記憶するための第1、第2、第3および第4のメモリ領域が工具貯蔵手段に収納される工具に対応して設けられるようにした第1のメモリ手段を有

- 6 -

する機械加工の無人運転システムにおいて、前記工具によるある1つの工作物加工の突定常切削中に前記第1のデータおよび第2のデータとの比較に用いられる第5のデータを検出して第2のメモリ手段に記憶する第1のステップと、前記第1のデータおよび第5のデータを前記各メモリ手段から読み出して比較判定する第2のステップと、前記第2のデータおよび第5のデータを前記各メモリ手段から読み出して比較判定する第3のステップと、前記第3のステップで前記工具が摩耗状態と判定された場合前記工具に対応する前記第1のメモリ手段の第4のメモリ領域に前記第4のデータを記憶する第4のステップと、前記第3のステップで前記工具が摩耗状態と判定された場合前記工具の送り速さを低減する第5のステップと、前記第2のステップで前記工具が折損状態と判定された場合前記工具に対応する前記第1のメモリ手段の第3の領域に前記第3のデータを記憶せしめる第6のステップと、前記第2のステップで前記工具が折損状態と判定された場合前記工具による

- 7 -

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は機械加工における無人運転システムに係り、特に同システムの稼働中に工具の折損が生じた場合、それに対するシステムの対応の仕方に関する。複数台のマシニングセンタ（以下MCと略称する）を含む加工機械によって多数の異なる工作物（Workpiece）に対する機械加工を順次、長時間に亘り継続して行うようにしたいわゆる機械加工における無人運転システムにおいては、

- (a) 切削屑の処理
- (b) 供給さるべき工作物の有無の検出、すなわち最後の工作物を搭載したパレットの検出とシステムの電源を切る作業
- (c) 各加工機械での切削異常の検出と検出後のシステムの対応
- (d) 切削剤の管理

等種々の解決さるべき課題が存在する。

上記(a)、(b)、(c)、(d)の中でも特に(c)はシステムの無人運転を実現する上で決定的に重要な課題であって(c)の発生によってシステム全体あるいは当

- 9 -

特開昭54-64780(3)

前記工作物に対する加工の進行を中断させると共に前記工具の装着されている主軸を前記工作物に対し相対移動させて前記工作物と工具を離間せしめさらに前記工作物を前記加工機械の加工作業域から搬出し次いで同作業域に他の新しい工作物を搬入する第7のステップと、前記第7のステップで新たに前記加工作業域に搬入された前記工作物を加工するためのNC加工プログラムを対応させる第8のステップとからなり工具折損判定によりある1つの工作物の加工が不可能となった場合他の工作物を加工機械の加工作業域に搬入して無人運転を続行せしめるようにしたことを特徴とする機械加工の無人運転システム。

13 特許請求の範囲第12項において、

ある工具による工作物に対する加工中に初めての前記第3のステップで、摩耗判定がされない場合には以後の検出ルーチンで前記第3、第4、第5のステップを省略して折損判定のルーチンのみを行うようにしたことを特徴とする機械加工の無人運転システム。

- 8 -

該加工機械がダウンするのを防止するため種々の方策が考えられている。とくに工作物が比較的高価な場合には異常を検知したあとのシステムの対応の仕方の如何によつては大きな損失を与えかねない。

例えば今あるマシニングセンタMCが1つの工作物に対しタップの下穴加工を行っている状態で同穴加工用ドリルが切削中折損したとする。何らかの検知手段によつて同ドリルの折損が検知されたときそれ以後新しいドリルを用いて同じ穴を加工しようとしても、もし折損したドリルの破片が穴の中に残留している場合は同穴加工の継続は不可能になる。又その場合同穴の中にドリル破片が残留しているか否かをチェックし、残留している場合これを取り除くといった作業を無人状態で行わしめることは簡単ではない。又他の方法として前記穴の前記ドリルによる加工を中断して同じ工作物の他の加工位置での加工工程へとシーケンスを進めるようにして同工作物に対する機械加工を継続せしめるようなシステムの対応が提案されて

- 10 -

いる。しかしこのようなシステムの対応においては1つのドリルによる下穴加工位置が複数個ある場合加工の順序としてはまず下穴加工を逐次連続して行ってから、各下穴へのタップ加工が又逐次連続して行われるようになっている。従ってある位置 $(X_j, Y_j, Z_j)$ で下穴加工中にドリルが折損した場合新しい同形格のドリルが与えられて他の加工位置での下穴加工が逐次行われた後タップ加工に移行したときに前記位置 $(X_j, Y_j, Z_j)$ でのタップ加工は避けなければならない。すなわち加工プログラムの進行途上においてある突発的な事故例えば工具 $T_1$ の折損が加工位置 $(X_j, Y_j, Z_j)$ で生じた場合、後の加工プログラムの実行において同じ位置 $(X_j, Y_j, Z_j)$ で他の種類の加工のための工具 $(T_2)$ による加工を省略するように指示すること、そのため前記加工位置を記憶しておくことはシステムの対応を複雑にする。

とくに位置 $(X_j, Y_j, Z_j)$ で工作物に要求される加工が $K$ 個の種類の加工工程からなる場合、最初の加工工程(I)で前記事故が生じたときには同

- 11 -

るようにし、当該システムの稼働に直接影響を与えないようにするものである。上述の趣旨を実現するため本発明においては機械加工に供される工具に対応してメモリ手段を設け同メモリ手段の中のメモリ領域に予じめ前記工具の正常な定常切削状態に対応するデータ(I)をストアしておいて同工具が選択され切削加工に入った状態で、前記データ(I)と、同切削加工中に測定される前記データ(II)に対応するデータ(III)とを比較し同工具の折損を判定するようにしている。尚この場合折損であると判定されたということは同工具が現実に折損したことだけを必ずしも意味するものでなくもう少し切削を進めると必ず折損に到る状態にあるという意味をも含めたものであり以下の説明では折損判定工具、折損判定などの用語はすべて上記の意味で用いられる。又本発明においては前記の比較判定によって折損判定された工具を他の正常な工具と区別するため前記メモリ手段の他のメモリ領域には判定の結果折損判定されたことを示す指標データ(IV)がストアされるようになっておりこのデー

- 13 -

特開昭54-64780(4)  
位置での残る $(K-1)$ 個の加工工程を省略するようNC加工プログラムを修正しなければならないのでNC装置の機能を複雑にする。このような問題は結局のところ一旦MCで加工されるべく与えられた工作物は部分的に加工ができなくとも残りの加工部分に対しては最大限加工しようとして同工作物に固執する技術思想がその根底にあるわけである。

本発明の趣旨は機械加工における無人運転システムを必要以上に複雑化することなく構成するという観点から前述の如き工具折損事故に出合った工作物(I)に対しては、切削異常が検知されたとき直ちにそれ以後のすべての加工を中断すべくMCの加工作業域から搬出されるようにし、それと共に別の工作物(II)を同作業域へ搬入して(又必要ならその前に折損工具の補給を行って)同工作物(II)に対応する機械加工を行わしめるようにシステム全体を運用させるものである。そして加工の中断された前記工作物(I)は別に設けられた場所にプールしておいて、改めて別の方法で加工を行わしめ

- 12 -

タ(III)によって工具 $T_j$ に対する選択指令が与えられたとき同工具 $T_j$ に対応する前記データ(III)がストアされているか否か、そしてストアされている場合には同工具 $T_j$ と同じ形格の正常な工具 $T_i$ を $T_j$ の代りに指定して工具選択が実行されるようになっている。そのためメモリ手段の他のメモリ領域には同じ形格の工具であることを示す指標データ(IV)がストアされるようになっている。

一方前述したように加工の中断された工作物(I)は搬送ラインを経て加工中断工作物の集合場所へ送られそこにプールされる。そして同加工機械であるMCには他の工作物(II)(必ずしも工作物(II)と同じ形状のものでなくともよい)がその加工作業域へ搬入され同MCのNC装置には搬入された工作物(II)に対応した加工プログラムが用意されるようになっている。その場合NC装置内には任意の工作物 $i$ に対応できるように複数の加工プログラムを貯蔵するにしてもよいし又前記工作物 $i$ を搭載したパレットがMCの加工作業域に到着したとき同MCのNC装置へと上位のコンピュータ

- 14 -

- 394 -

から工作物 i 用の加工プログラムが伝送されるようにしてもよい。更に又本発明においては上述の効果をより具体化するために、各 M C に附属して配置されている工具マガジンの中の工具及び M C の主軸に装荷されている工具に対応する前記指標データ(Ⅱ)の内容を参照して適宜新しい工具を同マガジンへ補給する手段を有しており、これによってシステムの長時間に亘る稼働を可能ならしめている。更に又本発明においては、前述の比較判定のプロセスを具体化したものとして前記メモリ手段のメモリ領域へストアされる前記切削データ(Ⅰ)、(Ⅱ)は、主軸回転用モータのシャント電流値を A-D 変換してディジタルコード化されたものであってその際の前記データ(Ⅰ)、(Ⅱ)は工具の摩耗判定にも利用している。

即ち、工具の折損判定以外に摩耗判定を行っている。そのため前記メモリ手段のメモリ領域には工具に対応して摩耗判定されたことを示す指標データ(Ⅳ)がストアされるようになっている。

更に又、本発明においては工具の摩耗判定プロ

- 15 -

う。

第 1 図は本発明による 1 つの実施例であって機械加工無人運搬システムを構成する各加工機械、パレット搬送ライン、などの概略配置を示す平面図である。同図において中央 X 方向に長く搬送ライン 11 が配置されており同搬送ライン 11 の Z 方向上側には加工機械であるマシニングセンタ M C 1, M C 2, …… M C j が配置されている。

各 M C には数値制御装置 N C 1, N C 2, …… N C j, 及び工具マガジン M G 1, M G 2, …… M G j が対応して設けられており又図示しないが各 N C 1, …… N C j の中にはシーケンス制御装置を含む P D P (Power Distribution Panel) および本発明の要部である検出ユニットが配設されている。

搬送ライン 11 の右端側にはこれから機械加工されるべき工作物を塔載固定したパレット P の待機エリア 12 が設けられている。又搬送ライン 11 の左端には加工の中断された工作物を塔載固定したパレット P の集合エリア 14 が設けられて

- 17 -

セスを具体化したものとして例えばドリルによるある 1 つの穴加工に際してデータ(Ⅱ)の測定はその比較的初期の定常切削状態において実施され、このときの判定が「N O」すなわち未だ摩耗がそれほど進行していなければ同ドリルによるその穴の加工中は摩耗判定をせず折損判定のプロセスのみが実行されるようになっている。

これによって本来摩耗判定されるべきでない工具が、穴加工切削中の切削屑などによって測定データ(Ⅱ)が上昇したために摩耗と判定されるという不都合を避けることができる。これが可能なのは工具の摩耗という現象が一般的にはいわば蓄積効果として顕われる性質を有しており、1 つの穴加工が正常に遂行される場合その摩耗が急激に増大するということは少ない、という考え方に立脚しているからである。

以上本発明を構成する主な技術的思想を簡単に列挙したが本発明は上述した技術的思想以外の思想をも含むものでありこれらの更に詳細については以下の説明の中で明瞭に根拠づけられるである

- 16 -

いる。

搬送ライン 11 上には、パレット P をその上に塔載して搬送する自走形の台車 16 が配置されており同台車 16 の車輪 17 を回動させることによって X 方向の任意の位置へ移動することが可能である。

又前記台車 16 上には 2 個のパレット P がそのガイド体 18 上に塔載されることが可能であって、又同ガイド体 18 は回動軸 19 の回動によって図示の如く搬送ライン 11 の X 方向と直角状態にされることが可能である。

又ガイド体 18 にはその上に塔載されているパレット P を外へ押し出した後外からガイド体 18 上へと引込めるためのトランスファーバーが設けられておりこのバーを作動させることによって図示のようにマシニングセンタ M C j-1 のテーブル上へとパレット P が矢印(Ⅲ)の如く押し出されることが可能である。又逆に M C j-1 のテーブル上に位置しているパレット P を台車 16 の方へ引き寄せることが可能となる。

- 18 -

20は台車16の搬送ライン11上での移動、ガイド体18の90°回転、トランスフェーバーの押し出し、引き込みなどの各種動作を制御する制御装置であってそれらの動作のための情報はパレットの搬送制御装置21から搬送ライン11の適宜位置に設けられた信号送受部SGP,SGPUに与えられ、向SGP,SGPUから台車16の下面に設けられた端末部を介して前記制御装置20へ供給されるようになっている。但しSGPは例えば各MCに対応して設けられた送受信部、SGPUは台車16の待機位置(ライン11の左端部)に設けられた送受信部を示す。

第1図の11Aは工具棚15に配列されたツールセッティング済の工具を各MCへ補給するため設けられた搬送ラインである。同ライン11A上には台車16と同様な台車16Aが走行可能に搭載されている。又台車16A上には複数本の工具を収納可能な工具収納部31を設けた工具パレットTLPが搭載されており、このパレットTLPには更に第2図(1)、(2)に示すように工具ロボット

- 19 -

尚、工具パレットTLP上の工具ロボットTROBTの搬送ライン11AおよびMCのテーブル上でのシーケンス動作の情報は、台車16Aがその待機位置である送受信部SGP<sup>A</sup>U<sup>A</sup>(ライン11Aの手前側端)に位置しているとき台車16Aの移動(指令)情報と一踏に搬送制御装置21から前記SGP<sup>A</sup>U<sup>A</sup>を介して台車16Aに与えられパレットTLP内に設けられているメモリへストアされる。(台車16Aにもメモリがあるものとする)従って台車16Aが搬送ライン11Aの適宜位置に停止すると前記TROBTはそのメモリの内容を順次解釈して前述した一連の動作を行う。

又パレットTLPが前記MCのテーブル上に搬入されたときにも前記メモリの他の部分の指令内容に従って主軸との間で工具のやりとりを行う。

又前記搬送制御装置21から与えられる情報を増大させて上記パレットTLPが一旦搬送ライン11へ搬入されたら複数のMCに対し新しい工具の補給、不良工具の回収をするようにさせることも可能である。

- 21 -

TROBTが設置されており前記工具棚15に配列されている工具を把みこれを同パレットTLP上の前記工具収納部31へと収納するよう動作する。又逆に工具収納部31に収納されている工具を工具棚15A(不良工具配列部)へ置くよう動作する。尚工具棚15での工具の配列は台車16Aの位置決め、ロボットTROBTの動作の単純化のため同じ形格の工具ごとくまとめるのが好ましい。更に又工具パレットTLPは搬送ライン11Aのライン11に近い位置で台車16Aから台車16へ受け渡しされ同台車16によって任意のマシニングセンタMCのテーブルへ搬送される。

そして同マシニングセンタMCの主軸へ要求されている工具(1本とは限らない)を押し込むよう工具ロボットTROBTが動作すると共に又同TROBTは折損判定、あるいは摩耗判定された工具を同主軸から抜き出してパレットTLP上の工具収納部31へ収納するよう作動する。15Aは前述したように折損、摩耗判定による使用不可(不良)となった工具の配列領域である。

- 20 -

自走形台車16・16A、工具ロボットTROBTの動作のためのパワーは各搬送ライン11・11Aの中央ラインから補給されるようになっている。又電源内蔵方式の場合には前記ライン11・11Aの待機位置(SGP<sup>A</sup>U<sup>A</sup>)にパワー供給端子を設ける。

第2図(1)は工具パレットTLPの平面図である。

同図(1)においてパレットTLPの右半分には2段の棚で構成した工具収納部31が取付けられており図示の例では計14個の工具を収納することができる。

一方、パレットTLPの左側上面には工具ロボットTROBTが取付けられておりその支柱32には水平方向のアーム33が貫通して取付けられ同アーム33は矢印の方向に進退可能に構成されている。

又支柱32の底部は基台35上の回転部材34に取付けられており従ってアーム33の右先端チャック部は支柱32を中心とした円筒座標の任意の位置に位置決めされる。又同チャック部はア-

- 22 -

433の軸のまわりに回転できるように構成されている。30は工具ロボットTROBTの制御装置である。

第2図(2)は工具パレットTLPの側面図であって2点鎖線で示される台車16Aのガイドレール上を移動可能に搭載されている。36は台車16A上面に上下に移動する信号供給端部37と対向する受信部であって、第1図のSGPOAの位置で台車16Aに関する移動情報と共に工具ロボットTROBTのシーケンス動作に関する情報を受け前記制御装置30内のメモリへ信号を与える。

第3図(1)乃至(4)は第2図(1)、(2)に示したものと別形状や機能を有する補給工具搭載パレットを示す。同図(1)はMCのテーブルTAB上に配置されているところの補給工具群STLG搭載パレットPLの側面図である。

補給工具群STLGは図示の如く上下に複数の工具が略放射状に配置されており(第3図(2)参照)、MCの主軸SPDに対し横方向(矢印X)からパレットPLが接近して、主軸SPDから工具

- 23 -

ック図である。同図で各MCのNC装置は中央計算機41と結合されておりある1つのマシニングセンタMC・jに工作物が搬入されると、その加工用のプログラムデータが中央計算機41からNCjへと伝送される。又同工作物の加工が完了したことを中央計算機41へ知らせる信号がNCjから中央計算機へ与えられる。NCjと41との信号の伝送に関しては上述した工作物の加工について以外にもMCjへの工具の補給を要求する場合とか又ある1つの工作物の加工途中で工具折損判定となった場合そのことを知らせる信号等がある。又搬送制御装置21と中央計算機41との間では台車16、16Aの移動指令パレットPの待機エリア12から搬送ライン11へ、又搬送ライン11から集合エリア14への搬入、搬出、又搬送ライン11BでのパレットPの移動および工具パレットTLP上での工具ロボットTROBTのシーケンス動作に関する情報が相互にやりとりされる。

又点線で示すように搬送制御装置21と各台車

- 25 -

を取り出すように動作する。

第3図(3)は第3図(2)のI-I線部分断面図である。軸AXの回転はパレットPL上の回転テーブルRTAによって与えられる。第3図(4)は工具T1の主軸SPDからの離脱動作の推移をa→b→cで示す。

又他の工具T2を主軸SPDへ装着する動作の推移をd→eで示す。

上述した第3図(1)ではパレットPL上に回転テーブルを有するものとしたがMCに備え付けのロータリーテーブルを利用すればパレットPL全体を回転せしめて所定の工具が主軸SPDに対し割り出されるようにしてもよい。第3図(1)~(4)の如くすると第1図の搬送ライン11A、工具棚15、台車16Aなどは不要となりその代わり搬送ライン11の手前側に第3図(1)の補給工具群STLG付パレットPLを複数個配列しておけば台車16によって所定のMCへ搬入されることができ、第4図は第1図で示された無人加工システムにおける主な制御情報の概念的な流れを示すプロ

- 24 -

16、16Aとの間を無線を用いてシーケンス情報の交換を行ってもよい。SGP、SGPO、SGPOAは前述した如く、搬送ライン11、11A等での台車16、16Aの停止位置に固定配設した送受信端を示す。

第5図(1)は第1図中の任意の1つのマシニングセンタMCとそのNC装置、PDP(Power Distribution Panel)および本発明の要部である検出ユニット51の関係を示すブロック図である。

同図(1)を説明すると、NC装置からはMCに対してテーブル、サドルロータリーテーブル等の移動、回転のための指令パルス(Command Pulse)がライン52で与えられる。又ライン53によりフィードバックパルスがNC装置へ戻されるようになっている。

又ライン54によって前記PDPの中のシーケンサ58からのシーケンス動作指令信号をMCへ、又ライン55によって各シーケンス動作の完了信号をMCからNC装置へ与えるようになっている。

- 26 -

ライン56、57はNCとシーケンサ58との間の信号ラインである。59はMCの主軸回転駆動モータMの駆動回路、60は同モータMのシャント(Shunt)電流検知部である。又モータMの回転はタコジェネレータTGを介して駆動回路59へとフィードバックされている。

又ライン61はシャント電流が検出ユニット51中の低域フィルタ51-1へ与えられることを示す。

51-2はA-D変換器、51-3は記憶手段を含む論理演算部である。ライン62、63は前記演算部51-3とシーケンサ58との関係を示すものである。この関係のより詳細な説明は後述するフローチャートの中で明らかにされるがここでは以下のことのみが理解されればよい。

即ち、MCで今ドリル加工が行われている状態で論理演算部51-3のメモリ手段の中に予じめストアされている上記ドリルに対応した正常切削状態に対応するデータと、実際のドリル切削中に検知されるデータが、

- 27 -

オ 1 表

(NNは工具番号を示す)

記号	記号の意味する内容	参照ステップST
FTCNN	INETNNがセットされた場合1がストアされる。	ST13
FTBNN	工具NNが折損判定されたとき1がストアされる。又代替工具と交換されるとクリアされる。	ST17-2 ST71
FTWNN	工具NNが摩耗判定されたとき1となる。又、代替工具と交換されるとクリアされる。	ST18-2
FCOMNN	工具NNが同じ形格である場合、同じ数値にセットされる。	ST76
INETNN	比較基準となる定常状態における実切削電流値。	ST13 ST45
FBRK	工具が折損したとき1がストアされる。	ST61
FWEAR	工具が摩耗したとき1がストアされる。	ST60
FINET	INETがセットされたとき1がストアされる。	ST48
FCNST	定常切削状態と判定されたとき1がストアされる。	ST38
FCST	切削開始と判定されたとき1がストアされる。	ST34
FINUL	無負荷電流値INULがセットされたとき1がストアされる。	ST31
FNTCAL	工具マガジンのFCOMNNと同じ値の工具グループの各工具のFTBNN又はFTWNNが全部1となったときで代替工具を要求しているとき1がストアされる。	ST68
FWCHK	摩耗判定のステップを一回通過したとき摩耗判定されなければ1がストアされる。	ST57-2
INET	INETNNが読み出されINETNN→INET	ST45
INUL	無負荷電流値	ST30
ICST	切削開始判定のために用いられる。サンプリング平均切削電流値。	ST32
ICNST1	定常切削状態判定のために用いられる。サンプリング平均切削電流値。	ST36
ICNST2	定常切削状態判定のために用いられる。ICNST1の直後に判定される。	ST36

-398-

特開昭54-64780(8)

正常切削電流値<実切削電流値、であるとき同ドリルが折損と判定されシーケンサ58へその判定信号が送られる。この判定信号はシーケンサ58からNC装置へ伝えられそれによって同NC装置からはMCのドリル加工を中止する指令信号および工作物をMCの加工作業域から離脱せしめる指令信号などが与えられる。又同時にNC装置から中央計算機41へ信号が与えられ、当該工作物の作業域からの搬出要求、折損ドリルの補給要求および他の工作物の搬入要求などが搬送制御装置21を介して逆行されるわけである。

又ライン62、63はシーケンサ58と論理演算部51-3との間のインターフェースを形成する信号ラインであって例えばライン63にはNC RESET、ONTC、Cycle Start、M06完了、Cix、M05、STP、SSP、SRV(第1表参照)などが与えられる。又ライン62には工具の折損判定、摩耗判定、補給工具の要求などの信号が与えられる。

2点鎖線で囲まれた部分64はNC、シーケン

- 28 -

オ 1 表

(NNは工具番号を示す)

記号	記号の意味する内容	参照ステップST
IR1	ICST/INUL	ST32
IR2	ICNST2/ICNST1	ST36
IR3	INET/INUL	ST40
IR4	IV/INET	ST56
IV	実定常切削状態の電流値	ST56
I1	シャント電流値	ST56
CIX	主軸の回転が所定値の70%に達したとき1がストアされる。	ST29 ST50
SSP1	STP=1のとき、1がストアされ、主軸の回転が再起動されCIX=1となった後0.5秒後(待機正常回転)にクリアされる。	ST51 ST55
SSP2	STP=1のとき1がストアされ、主軸の回転が再起動されCIX=1となったときクリアされる。	ST52
STP	主軸回転停止	ST49
ONTC	主軸に工具NNが装着されているとき1がストアされる。	ST5
M06(完了)	工具交換が完了されたとき1がストアされる。	ST7 ST21
BRESET	FBRKをクリアするために参照される。	ST17-3
WRESET	FWEARをクリアするために参照される。	ST18-3
RESET	NCのリセットであって、この信号があると検出ユニット内のFTCNN-FCOMNNとINETNNはすべて0クリアされる。	ST19
SETPIN	ある1つの工具NNについてFTCNNK1がストアされたとき1がストアされる。	ST14 ST16
TNEW	工具マガジンのFCOMNNの中で順次指定される工具。	ST76
SPTREG	工具選択の指令が与えられたとき、Toolのコード(工具NN)が一時的にストアされるレジスタ。	ST73
TBR	レジスタSPTREGの値(工具番号)を受けて、工具交換用の工具が指定されるツールバッファ。	ST81



サ-58. 論理演算部51-3を一体にしてCNC化(Computerized Numerical Control)した場合を示す。

第5図(2)は検出ユニット51のパネルを示す。

同図の左上方には切削中の主軸モータのシャント電流を示す電流計が設けられており新しい工具での突切削において定常切削状態であるとオペレータが認めた時モードがDATA-SETモードでSTOREボタンを押すとその時の突切削電流値がA-D変換されて、その時の工具番号(UNTC No.)に対応してストアされる。

クリア押鈕は上記DATA-SETモード時UNTC工具のデータをクリアする。

FTCNNのランプは工具NN(UNTC No.)の突切削データがストアされたとき点燈する。

RESETはFTCNN等を除く全フラグのリセット用押鈕、FBRK、FWEARはそれぞれ工具折損、工具摩耗が判定されたとき点燈される。

ランプFINE T、FCNST、FCST、FNULは、それぞれ定常切削電流値がINETN

-29-

NNおよび同工具NNが同じ工具形格の複数本の工具の1つに属することを示すFCOMNNなどの各データのための各メモリ領域が形成されている。73Aは上記メモリ手段73に対し上記各INETNNの値を前記検出部72からラインL1により受け取りメモリ手段73へ供給するための一時的なメモリ手段であって例えばシステムの無人運転に先立って使用される各工具NNに対する正常な定常切削電流値INETNNを一括してメモリ手段73Aへ貯蔵しておく場合に便利である。上記ラインL1を介してメモリ手段73Aに切削電流値をメモリする場合INETNNの値は熟練したオペレータが切削の状態を電流計などを監視しながら丁度良好な定常切削状態であると判断したときの値がストアされることは第5図(2)のパネルの説明で述べた。

しかしながら同メモリ手段73Aへのメモリの仕方は過去に蓄積された工具NNのINETNN値が何らかの方法で数値として存在するときには必ずしもその都度使用に供される工具NNに対し

-31-

特開昭54-64780(9)

ストアされたとき、定常切削に入ったとき、切削開始と判定されたとき、および無負荷電流がストアされたとき点燈する。

第6図は第5図(1)の検出ユニット51の機能を更に具体化して示すもので、同ユニット51からの出力によってシステムを構成しているMCの動作シーケンスを示す。

第6図において、71は、工具としてドリルを装着した主軸SPDを歯車列GTRを介して主軸駆動モータMによって回転し工作物Wに対し穴加工している状態を示す。

モータMのシャント電流は検出ユニット51の低域フィルタ、A-D変換部を含む検出部72へ与えられる。73はメモリ手段であって同メモリ手段の中には加工に供される工具の各々に対し、予じめ工具(その番号をNNで示す)の正常な定常切削状態に対応する電流値INETNN、同INETNNがストアされたことを示すFTCNN、同工具NNが折損判定されたことを示すFTBN、同工具NNが摩耗判定されたことを示すFTW

-30-

INETNNを検知するための切削テストを必要とするのではなくその値を利用してもよい。

又同じ工具形格の複数本の工具に対しては各INETNNは同じ値をストアしてもよい。ラインL2はメモリ手段73Aを介さず直接検出部72からINETNNをメモリ手段73へ供給する場合を示す。74は論理演算機能を有する比較判定部であって上記工具NNによって実際に工作物Wを加工している際の切削電流値ICNSTNにもとづいて比較値IVを算出しINETNNとの比較判定を行うこの場合の比較判定は例えば比較値IVがINETNNの定数倍より大きくなると摩耗あるいは折損であると判定されることになる。これらの判定信号はメモリ手段73の前記データ(FTWNN、FTBNN)のメモリ領域へも与えられる。前記折損判定、摩耗判定の信号はシーケンサ-58、NC装置を含む部分75に与えられる。そして摩耗判定信号が与えられた場合は部分76に移りNC装置からの指令により工具NNの送り(Feed)を段階的に減少させる。又

-32-

折損判定信号が与えられた場合には部分77に移りRetract Cycleを行わせて工具NNと工作物Wとを引き離す。この場合必要なら主軸SPDの回転を停止させる。次いで部分78に移りNC装置はイニシアライズされる。次いで部分79では工作物WはそのMCの作業域であるテーブル上から搬送ライン11へ搬出される工程を示す。

部分80では新しい別の工作物がMCの作業域に搬入される以前に、当該MCの工具マガジン中に折損判定工具の代替工具がない場合は工具棚15から同工具を補給される工程を示す。81は新しい工作物がMCの作業域に搬入される工程を示す。82は代替工具の選択を示す。83は新しく搬入された工作物用の加工プログラムをNC装置が実行可能に対応させる工程を示す。84は加工が実行されることを示す。尚80Aは摩耗判定された工具の代替工具がMCの工具マガジンにあるか否かをチェックする工程を示しそして残余の同形格工具がないときには同工具の補給指令がNC→中央計算機41→搬送制御装置21へと与え

- 33 -

て、定常切削電流値INETNNが8ビットで、又FTCNNが1ビット、FcoMNNが5ビット、FTBNNが1ビット、FTWNNが1ビットで形成されている。工具NNが01, 02, 03, 04は同じ形格の工具を示し(FcoMNN=00001), 同様に05, 06は同一の工具グループ(FcoMNN=00010)以下07, 08(FcoMNN=00011), 09(FcoMNN=00100)の如くである。又工具番号01, 02, 03, 04のINETNNは零となっておりそのFTCNN=0となっているのはこれら工具01~04の定常切削電流値がストアされていないことを示す。

工具05, 06のINETNNには同じ値として各々01011001がストアされており従ってFTCNNは共に1である。しかし工具05はFTBNN=0, FTWNN=1であって摩耗判定がなされたことを示す。又工具06はFTBNN=1, FTWNN=1であってこれは例えば切削中に摩耗判定がなされ、引き続いてさらに折損判定がなされたことを示す。工具09はINETNN

- 35 -

られる。但しこのときの工具の補給はすぐ行われず、次の新しい工作物が搬入される前に工具マガジンへと搬入される。

尚部分80, 80Aは各MCの工具マガジンが十分に代替工具を予備として貯蔵している場合は事実上省略してもよい。

第7図は第6図に示した検出部72の具体化された回路を示す。同図において91は主軸モータ92は整流回路93はシャント抵抗、94は絶縁回路、95は低域フィルタ、96はA-D変換器97は増幅器、98は電流計を示す。A-D変換器96からの出力は8ビット乃至10ビットで構成されている。この出力値は例えばINETNNとして用いられる。第8図は本発明実施例におけるメモリ手段(第6図、73)の各メモリ領域とその内容を工具NNに対応させて貯蔵されている状態を示す。

第8図において工具番号を2けたの10進数で示す。但し00は同じ工具が属する工具グループを区別するのに用いられている。各工具に対応し

- 34 -

=10010001でFTCNN=1, で未だ摩耗、折損のいずれの判定をもされていないことを示す。第9図(1), (2), (3), (4), (5), (6), (7)は第6図に概略化して示したシステムの動作を示すフローチャートであって同各フローチャート中で用いられている各種の信号の意味は第1表に示されている。第9図(1)においてステップ(以下単にSTと記載する)1で電源が投入されるとST2でメモリ手段73のデータINETNN, <sup>FTCNN</sup>FcoMNN, FTBNN, FTWNN以外のすべてのデータ及びフラグ(頭文字にFの付いた信号)がクリアされる。

ST3でスタート指令が与えられると判定ST4へ移り、第6図の比較判定部74に設けられているデータメモリの中の1つであるSETFINのビット状態をチェックする。同信号SETFINの意味するところは、主軸にある工具NNが装刃され(これをUNTC TOOLと称する)同工具NNのINETNN値がメモリ手段73の中にストアされたことを示す信号FTCNNのビット

- 36 -

= 1 のときに 1 とされるのである。そして今 ST 2 で SETFIN = 0 とされているので ST 5 へとプログラムの実行が移る。ST 5 では今現に主軸に装着されている工具 (ONTCTOOL) の工具番号 NN を第 6 図に示すメモリ手段 7 3 の中で探し同番号に対応するデータ INETNN, FT CNN, FCDMNN, FTBNN, FTWNN のアドレスをさがし出しておく。

次いで判定 ST 6 に移りモード選択が AUTO か DATA SET のいずれであるかチェックする。AUTO の場合は合流点 ④の方へとプログラムの実行が移る。又モードが DATA SET の場合は ST 7 ~ ST 16 からなるステップグループ STG1 を実行する。

STG1 は第 6 図のメモリ手段 7 3 の各データエリアのうち INETNN の値をセットする 1 つの例を示すものである。

ST 9 で主軸が一定値以上の回転数で回転しているとき (CIX = 1) にはオペレータが UNTC 工具 Tj の切削状態を電流計などをみて監視

- 37 -

り判定 ST 9 で CIX = 1 となるまでこのプログラムの実行ループを繰り返す。ST 14 が実行された場合は同工具 Tj に対する INETNN のデータストアが終了したことになるので次の工具 T (j + 1) が判定 ST 7 で M06 完了信号によって主軸に装着されるまでは ST 7 → ST 10 → ⑤のループを繰り返す。

判定 ST 7 で YES 即ち M06 完了して新しい次の工具 T (j + 1) の工具交換が完了すると ST 8 で始めて SETFIN = 0 とされ次の工具 T (j + 1) に対する INETNN (NN = j + 1) の値がストアされる。即ち工具 T (j + 1) による切削が行われ前述したようにして INETNN がそのメモリ領域にストアされる。以下このような操作をある MC の工具マガジンに収納される工具に対して実行する。

次に判定 ST 6 がモード AUTO の場合のプログラムの実行過程を説明しよう。

尚第 6 図のメモリ手段 7 3 に収納されている RAM すなわちデータメモリの中の折損判定データ

- 39 -

特開昭54-64780(11)

し更に同工具 Tj の正常な定常切削電流値のときストア押釦を ON する。

判定 ST 11 ではストア押釦 ON 可否かをチェックし YES のとき ST 12 へ移り例えば 0.1 秒後切削電流 Ii を 8 回サンプリングし相加平均値 IC を計算する。次いで ST 13 において値 IC をメモリ手段 7 3 の INETNN (今 NN = j) 領域にストアする。同時に INETNN がストアされたことを示すフラグ FT CNN を 1 にセットする。次いで ST 14 で更に 1 を SETFIN のデータビットとして与え合流点 ⑤へ移る。又 ST 9 で NU の場合すなわち主軸が所定回転に達しないときには判定 ST 10 へ移り、クリア押釦が ON であれば ST 15 で 0 を INETNN, FT CNN のデータビットとしてストアし、更に ST 16 で 0 を SETFIN のデータビットとして与え合流点 ⑤へ移る。又、判定 ST 10 で NO であれば直接合流点 ⑤へ移る。ST 16 を実行した場合は INETNN の値がメモリ手段 7 3 へストアされないので再び ST 4 → ST 5 → ST 6 へと移

- 38 -

FBRK, 摩耗判定データ FWEAR のデータビットが判定 ST 17, ST 18 でチェックされる。

同 ST 17, ST 18 のいずれかで YES となるとステップグループ STG2 へとプログラムの実行が移される。判定 ST 25 では主軸に装着されている工具 (ONTCTOOL) による実切削電流が定常切削電流値であると判定された場合 FINET = 1 となりこの場合は ④へ移る。ST 25 で FINET = 0 のときには ST 26 へ移り FCNST = 1 すなわち定常切削状態に入ったと判定された場合は ④へ移る。ST 26 で FCNST = 0 の場合は判定 ST 28 へ移り FINUL = 1 すなわち無負荷電流値がストアされている場合は ①へ移る。

判定 ST 28 で FINUL = 0 の場合は判定 ST 29 へ移り主軸が所定の回転数に達したか否かを判定する。CIX = 0 すなわち主軸の回転が所定の回転数に達しない場合は合流点 ⑤へ移る。判定 ST 29 で CIX = 1 であると ST 30 で、タイマー TM1 で設定される一定時間  $TM1 = \frac{0.5}{r \cdot d}$

- 40 -

-401-

秒後に無負荷 (ONTC TOOLは未だ切削に入っていない) 電流 INUL を算出する。これはシャント電流のコード化された電流値  $I_i$  を 8 回サンプリングした相加平均として

$$\frac{1}{8} \sum |I_i| \rightarrow INUL$$

の如く INUL がデータメモリ (例えばメモリ手段 73 の中に形成されている) の中にストアされる。

ST 31 で INUL がストアされたことを示すため FINUL のデータビットを 1 にセットする。従ってこの信号 FINUL のビット (1 か 0) によって無負荷電流がストアされたか否かが判る。

次いで ST 32 ではタイマー TM 2 設定により 0.1 秒後シャント電流 40 msec で 4 回サンプリングした相加平均値 ICST を算出し、更に ICST と INUL の比の値 IR 1 を算出する。

次の判定 ST 33 で IR 1 が予じめ与えられたシステムデータ K 1 (例えば K 1 = 1.2) との大小を比較される。ST 33 で NU であれば ST 35 でメモリ手段 73 中のデータメモリ領域にス

- 41 -

後の切削電流を 8 回サンプリングして相加平均を求めこれを値 iNET とする。さらに iNET と INUL との比の値 IR 3 を求める。次いで判定 ST 41 に移る。同 ST 41, ST 42, ST 43 では ONTC TOOL の摩耗と折損を判定するために後のプログラムステップで用いられる。判定定数 K 5, K 6 の値を IR 3 の大きさに応じて変更する。次いで判定 44 においては ONTC TOOL に対応して値 iNETNN がストアされているか否かをチェックし、YES なら ST 45 で iNETNN を iNET とする。NU であれば ST 46 に移り定常突切削電流を 8 回サンプリングした相加平均値を iNET とし、更に ST 47 で同値 iNET を iNETNN に置換する。そして FTNN のデータビットを 1 にセットする。

この ST 46, ST 47 のプログラムステップが行われるのは STG 1 の DATA SET モードによるデータ iNETNN がメモリ手段 73 のデータメモリ領域へストアされていない場合である。さて ST 48 では定常切削電流値がストアさ

- 43 -

特開昭54-64780(12)

トアされている ICST, IR 1 の値を 0 にする。

判定 ST 33 で YES であると ST 34 に移り前記データメモリ中の FICST のデータビットを 1 にセットする。これにより前記 ONTC TOOL が切削を開始したと判定されたことになる。

第 9 図(2)において、ST 36, ST 37 は定常切削状態であるか否かを判定しようとするものでタイマー TM 3 = 0.1 秒後 40 msec で 4 回切削電流をサンプリングしてその相加平均値 ICNST 1 を求める。引続いて又 4 回サンプリングして同様に ICNST 2 を求めその比の値 IR 2 を算出する。判定 ST 37 で値 IR 2 がシステム定数 K 2 (= 0.9) と K 3 (= 1.1) の間に在る場合は ST 38 へ移り FCNST = 1, すなわち定常切削に入ったと判定される。又 ST 37 で NU の場合は ST 39 へ移り ST 36 で算出されたデータメモリへストアされたデータ ICNST 1, ICNST 2 および IR 2 の値をクリアする。そして合流点⑤へ移る。

前記 ST 38 に次いで ST 40 が実行される。

同 ST 40 においてはタイマー TM 4 = 0.1 秒

- 42 -

れたことを示すフラグ FINE のデータビットとして 1 がセットされることを示す。次いで第 9 図(3)に示された判定 ST 49 へ移る。第 9 図(3)において ST 49 ~ ST 55 からなるプログラムステップグループ STG 3 の役割は主軸回転モータに対し 1 度でも停止の経歴 (STP = 1) が与えられるとそのときから 0.5 秒間のドウェルをしてモータ起動 → 停止, 停止 → 起動の如く前記モータの回転の過渡的な状態でのピーク電流値をサンプリングしないようにするものである。

即ち ST 49 で STP = 1 であると ST 51 で主軸回転停止を示す信号 SSP 1, SSP 2 のデータビットを 1 にセットする。又 ST 49 で STP = 0 の場合でも、ST 50 で CIX = 1 すなわち主軸が所定回転数の状態になっていなければ ST 51 に移る。ST 50 で CIX = 1 の場合は ST 52 で SSP 2 のデータビットを 0 にする。

判定 53 で SSP 1 = 1 の場合は判定 ST 54 へ移り SSP 2 = 1 をチェックし、YES であると ST 59 へ移り ST 56 で算出されたデータ

- 44 -

- 402 -

IV, IR4 をクリアする。

判定 54 で NU であると ST55 へ移り 0.5 秒のドウェル後 SSP1 を 0 にクリアする。上記信号 SSP1 は主軸回転停止信号 STP = 1 となった状態で 1 にセットされその後主軸が再起動されてその回転数が一定値に達した状態で SSP2 = 0 にされ更に 0.5 秒後のドウェル後 SSP1 = 1 にされるのである。ST56 では、タイマー TM6 により 0.1 秒後に切削電流 Ii の 8 回サンプリングによる相加平均値 IV が計算され且つ IR4 =  $\frac{IV}{i_{NET}}$  が計算される。

次いで判定 ST57 へ移り ST42 又は ST43 で設定された定数値 K5 と K6 の間に値 IR4 が在るか否かをチェックされる。ST57 で NU ならば判定 ST58 へ移り同 ST58 で K6 より小さければ ST59 へ移り IV, IR4 の値はクリアされ合流点⑤へ移る。又 ST57 で YES であると摩耗であることが判定され ST60 で FWEAR のデータビットを 1 にセットし、更に

- 45 -

次いで ST3 のあと合流点⑤へ移る。ST19 で NC 装置が RESET されていない場合は合流点⑤へ移り ST21 で M06 完了すなわち次に使用される新しい工具の交換動作が完了されたか否かチェックする。判定 ST21 で YES なら ST20 で前述したようにデータ、フラグをクリアする。判定 ST21 が NO なら合流点④へ移る。

又 ST18 で工具の摩耗判定フラグ FWEAR = 1 が成立していると ST22 へ移りここでサイクルスタート ON (CYS ON) されていると ST23 で FWEAR = 0 にされる。そして ST24 へ移り Feed Hold は NC 装置側で解除されており更に④へ移る。

ST22 で CYS ON されていないければ ST19 へ移る。第 9 図(4)は第 9 図(1)の STG2 に該当する部分を CNC 化した場合のプログラムステップを示す。第 9 図(4)において、ST17 で YES のとき判定 ST17-1 へ移り、同 ST17-1 でその工具に対応する折損判定フラグ FTBNN = 1 をチェックする。ST17-1 で NO なら ST

- 47 -

特開昭54-64780(13)

ST62 で工具摩耗検出スイッチが ON にされておれば ST64 で摩耗判定信号を点線以示す如くシーケンサ-58 へ与える。そしてプログラムの実行そのものは合流点⑤へと移る。ST62 で OFF すなわち摩耗検出をしなければ ST62 から合流点⑤へ移る。同様にして ST58 で IR4 > K6 の場合には ST61 で FBRK のデータビットを 1 にセットし更に ST63 で工具折損検出スイッチ ON なら ST65 で折損判定信号を点線以示す如くシーケンサ-へ与える。ST63 で OFF なら直接合流点⑤へ移る。

次に第 9 図(1)の STG2 の中の各プログラムステップについて説明する。ST17 で工具の折損判定 FBRK = 1 が成立していると ST19 へ移り NC 装置が RESET されているか否かチェックする。RESET 状態なら ST20 へ移り第 1 表に示す各記号 (INETNN, FTCNN, FCOMNN, FTBNN, FTWNN) 以外の全フラグおよびデータ (INUL, ICNST1, ICNST2, INET, IV, IR1, IR2, IR3, IR4) をクリアする。

- 46 -

17-2 へ移り同フラグ FTBNN = 1 をセットする。又 YES なら直接 ST17-3 へ移り同 ST17-3 で RESET = 1 のビットチェックを行い YES なら折損判定 FBRK = 1 をクリアして合流点④へ戻る。ST17-3 で NO なら ST17-5 へ移り同 ST17-5 で YES なら ST17-7 へ移り前述したデータおよびフラグ以外の全フラグをクリアし合流点⑤へ戻る。又 ST17-5 で NO なら ST17-6 へ移り NC 装置の RESET をチェックし同 ST17-6 で YES なら ST17-7 へ、又 NU なら合流点④へ移る。

同様にして ST18 で摩耗判定フラグ FWEAR = 1 であると ST18-1 へ移り同 ST18-1 で NU なら ST18-2 へ移り FTWNN = 1 にセットし ST18-1 が YES であると ST18-3 へ移り WRESET = 1 をチェックする。

次いで ST18-3 で YES であると ST18-4 へ移り摩耗判定フラグ FWEAR = 1 をクリアして同図中の合流点④へ戻る。ST18-3 で NO ならやはり合流点④へ戻る。

- 48 -

-403-

このようにして第9図(1)～(4)のフローチャートで示した処理が順次そのステップを進められるようになっていっている。第9図(5)は第9図(3)のST65を具体化したフローチャートを示す。すなわち今ある工具(ONTCTOOL)NNを用いて工作物の加工中折損判定がなされた場合に、その工具NNの属する工具マガジン中の工具グループ内のすべての工具NN(i)、(i=1, 2, …, n)に関してフラグFTBNN=1であった場合、同工具グループの中の任意の工具NNが次の工作物の加工の際に再び指定されるまでに前記工具マガジンの前記工具グループ内には少なくとも1つの正常な工具NNを保有しているようにするために工具の補給指令を与えるものである。

第9図(5)においてST62でYESであるとST66に移りここで折損判定された工具NNのFCOMNNの値が同一値である工具グループのすべての工具の折損判定フラグFTBNN=1あるいは摩耗判定フラグFTWNN=1をチェックする。

- 49 -

に対応するステップではFCOMNNの工具に関して、FTBNN又はFTWNN=1をチェックする。但し工具の摩耗判定に際してその補給工具を供給する手順としては折損判定の場合の如く加工対象工作物(I)を他の工作物(II)に置き換えるのではなくその摩耗判定された工具TFWをそのまま用いて前記工作物(I)の加工を続行するようにしている。

従って前記工具TFWによる加工が終ってもなお工作物(I)の加工が終了しておらずその残る加工工程において再び前記工具TFWが選択指令される場合であって、今同工具TFWと同形格の正常な工具が工具マガジン内に1つも残っていないとすると、工作物(I)の加工をそれ以後実行することができず一旦工作物(I)をMCの作業域から搬出して補給工具を工具マガジンへ供給しなければならぬ。こうしたことは不便であるので摩耗判定に伴って工具補給の指令を出す場合は前述した如くFCOMNNの全ての工具がFTBNN又はFTWNN=1となったときに同補給指令を出すのではなくFCOMNNの中の工具グループのうち

- 51 -

ST66でYESであると工具マガジンの中には正常な工具NN(折損判定されていない工具)は1つも無い状態となる。ST67へ移り新しい工具要求のフラグFNTCAL=1をチェックする。ST67でNOであればFNTCAL=1にセットする。YESであればST69に移り新しい工具NNを工具マガジン内へ補給するようにシーケンサ58→NC装置→中央計算機41→搬送制御装置21を介して第1図に示すように台車16・16A、工具パレットTLP、工具ロボットTROBTに指令が与えられる。ST70では補給されるべき工具が少なくとも1本は工具マガジン内の折損判定された工具と交換されたか否かをチェックする。ST70でNOならST67へ移る。

YESならST71で補給された工具の折損フラグを0にクリアして、正常な工具に置き換えられたことを示すようにする。そしてST72で更にFNTCAL=0にクリアする。尚摩耗判定をも含めて工具補給を行わせる場合略ST66～ST72と同様なステップであって例えばST66

- 50 -

FTWNN=0のものが例えば1つしかない状態の段階で工具の補給指令を出すようにした方が好ましいわけである。第9図(6)の右側のフローチャートはシーケンサ58がTコード指令を受けたときの工具選択ルーチンを示す。即ちST73でTコードが与えられると同Tコードは一旦データメモリ内のSPTRREG(Spare Tool Register)へ一時記憶される。次いでTコードで指定される工具に対応した折損判定フラグFTBNN=1であるか否かチェックする。YESであるとST76へ移りNOであるとST75へ移る。判定ST75では摩耗判定フラグFTWNN=1をチェックする。ST75でNOならST81へ移り前記レジスタSPTRREGをTOOL BUFFERであるTBRの値とする。自動工具交換は工具マガジンの中のTBRで指定される工具ポットの位置にある工具と主軸に装設されているONTCTOOLとが交換され、又ST75でYESならST76へ移る。ST76では前記SPTRREGの値である工具番号の工具NNに対応するFCOM

- 52 -

NNをみて同じ工具グループの中で工具番号の若いもの(これをTNEWとする)を探す。ST 77でTNEWがあるか否かをチェックする。ST 77でYESなら判定ST 78へ移りその工具TNEWのFTBNNあるいはFTWNNのビットデータをチェックする。ST 78でYESならST 79へ移りSPTRREGの内容を+1しST 76へ移る。又ST 78でNOならTNEW-SPTRREGにセットする。次いでST 81へ移る。又判定ST 77でNOならST 82へ移り代替工具無しメッセージを表示しST 83で非常停止(EMG・STOP)後システムをコントロールOFFにする。このステップST 82・ST 83を実際には生じさせないようにするため第9図(5)で示した工具の補給がなされるのである。

第9図(6)の中央に示すフローチャートはUNTCTOOLに関して折損判定がなされたときに第9図(3)のST 65からの指令によってNC装置がMCに与えるコントロール信号のシーケンスを示す。

同図のST 101~ST 110において、判定

- 53 -

の如く2段階を経て遂行される。

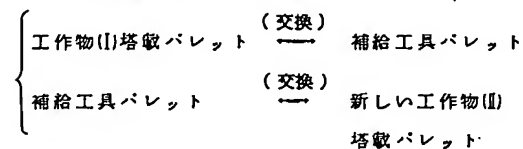
ST 108でNC装置は新しい工作物(II)に対応する加工プログラムを対応せしめる。(テープリード方式の場合、Tape Rewind) 本実施例ではNC装置が上位の中央計算機41から新しい工作物(II)用の加工プログラムを受け取る。次いでST 109でRESETを1にセットしST 110でサイクルスタート信号を与える。判定ST 101でNOの場合はNC装置側の対応はST 102~ST 110を経ないで加工プログラムが継続されるわけである。

第9図(6)の左側のフローチャートはUNTCTOOLに関して摩耗判定がなされたとき第9図(3)のST 64からの指令信号によってNC装置の工具送りの対応をST 111~ST 115で示す。

ST 111で工具摩耗判定がYESであるとST 112に移りプログラム指令された工作物に対する工具NNの相対送りはやさFを例えば10%減じる。ST 113では減速した送りはやさが、プログラム上で指令された値の30%以上のとき

- 55 -

ST 101でFBRK=1の折損判定がYESであると工具の送り(Feed)がHoldされる。次いでST 103でNC装置はRESETの信号を与え次いでST 104でZ軸(第1図参照)の後退(Retract)指令が与えられる。これによって工作物(I)から工具は離脱される。次いでST 105で工作部(II)はMCの加工作業域のZero Positionへ移動され又ST 106でロータリーテーブルも0°位置に戻されて搬送ライン11へ搬出されるべく待機している。そして補給工具用の工具パレットTLPがない場合には次の工作物(II)が当該MCのパレット交換位置まで台車16により搬送されてくる。補給工具搭載パレットTLPが先に到着した場合はST 107のパレットチェンジサイクル(P・Cサイクル)における台車16上でのパレットの交換動作は



- 54 -

にはST 115へ移り、RESETを1にセットする。ST 113で30%以下の場合はST 114に移り30%の値を保って加工を継続せしめる。ST 111でNOならこのような減速の過程を経ることなくプログラム指令値の送りはやさで切削加工が継続されることになる。

尚摩耗検知に関して、第9図(1)~(4)のフローチャートにおいて前述した如く工具が実際には摩耗していないのに切削屑などのため切削電流が上昇して摩耗判定されるようなことを避けるために第9図(3)のST 64に該当するフローを第9図(7)に示す。同図(7)を説明するとST 56の次に判定ST 57-1で摩耗検出のチェックをしたか否かを示すフラグFWCHKのビットをチェックし、NOであれば第9図(3)と同様ST 57で摩耗判定を行う。判定ST 57でYESなら~~ST 57-2でFWCHKを1にセットし~~ST 60へ移る。又ST 57でNOならST 57-2でFWCHKを1にセットし次いでST 58で折損判定が行われる。

又ST 57-1でYESなら直接折損判定ST

- 56 -

58へ移る。ST58でNOであるとST57-3へ移り、同ST57-3ではONTCTOOLが工作物から離れたか否かをチェックする。離れた場合はST57-4へ移りFWCHKをクリアしてST59へ移る。ST57-3でNOであれば直接ST59へ移る。この第9図(7)の方法によると例えばONTCTOOLとしてドリルを用いて穴加工している場合、最初に摩耗判定(ST57)がNOであればFWCHK=1となるので前記穴加工が実行されその途中切削屑による切削電流の上昇があっても摩耗判定(ST57)は行われず折損判定(ST58)のみが行われる。

又前記穴が深い場合にはドリルを時々工作物の穴から抜き出して切削屑等の排出をして再び同穴を切削するといった加工パターンをくり返すがこの場合はST57-3でIV=INULとなるのでFWCHK=0にされて、摩耗判定が再び行われる。

第10図はONTCTOOLとしてドリル及びタップを用いた場合の切削電流波形と各信号と

- 57 -

削電流波形を示す。低域フィルタとして10Hzのものを使用し、使用ドリルの直径6mm、主軸モータの回転数1250回/分同ドリルの送り12.5mm/分で板厚19mmに対し突抜穴加工を連続61個加工した。そして同61個目で同ドリルは実際に折損した。

図中各波形に付した数字は穴加工切削の回数を示す。同波形図(1)において20回目まではIVの値はほぼ一定値を示すのであるが49.50回目ではドリルが板材から突出する直前にかなり切削電流値が上昇している。60回目で折損判定ラインTWLを超えておりドリルが61回目で板材から突き出る直前にドリルは折損した。従って同図(2)の60回目で工具の折損判定ラインTWLのところで工具折損判定を与えて工作物の加工を中断すれば61回目の穴は加工されることなく又折損に伴う工作物に対する損傷をも未然に行うことが可能である。

同波形図において6φドリルの摩耗の進行に関しては定常切削に入った直後の状態では①、②、

- 59 -

特開昭54-64780(16)

の関係を示すものである。同図においてドリルの場合は主軸回転の起動後一定時間で主軸の回転が指令値の70%に達するとCIX=1となる。さらに0.5秒後無負荷電流INULがストアされ次いで切削に入り切削開始判定フラグFCST=1にセットされる。次いで定常切削判定フラグFCNST=1にセットされる。そして同ドリルに対応するINETNN値が予めストアされていないければINETNNが測定されストアされる。以後INETNNとIVとが比較される。そしてIR4がK6とK5の間にあれば前記ドリルは摩耗と判定され、IR4>K6なら折損と判定される。タップの場合も上述と同様な摩耗、折損判定が行われる。同図ではタップが正転から逆転に到るときSTP=1となりこの間は摩耗、折損判定を行わないようにしている。

第11図は第5図(1)に示すシーケンサ-58と論理演算部51-3との間のインターフェイス部分を示し各信号の内容は第1表に示されるとおりである。第12図(1)、(2)はドリルによる実際の切

- 58 -

削、③、④、⑤、⑥、⑦のいずれもそれ程変化していないが実際にはドリルが各穴を突き抜け出る直前の値が徐々に大きくなっていることを考えると摩耗が進行していると考えられる。

本願発明者らのテスト結果によると摩耗と折損の顕れる度合は工具がドリルの場合その直径によって影響され例えば8φ以下のドリルでは折損の頻度が多く摩耗の進行が折損に直接的に影響する。

しかるに12φ以上のドリルでは折損はほとんどなく摩耗のみが蓄積されていく傾向を有する。

第13図には直径12φのドリル板厚5mm 20mmの連続穴加工の場合の切削電流波形を示す。

この場合は定常切削電流値が徐々に増大している。摩耗判定のラインTWLに対し2300個目までの波形①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨、⑩、⑪、⑫、⑬、⑭、⑮、⑯、⑰、⑱、⑲、⑳、㉑、㉒、㉓、㉔、㉕、㉖、㉗、㉘、㉙、㉚、㉛、㉜、㉝、㉞、㉟、㊱、㊲、㊳、㊴、㊵、㊶、㊷、㊸、㊹、㊺を示す。切削性能は落ちるが㉓30個以後もTWLを超えても穴孔そのものは可能であった。

尚以上の実施例の説明においては工具の切削中電流値を主軸回転モータのシャント電流としてとり出すようにした一種のトルク検知方式を例示し

- 60 -

- 406 -



たが本発明の趣旨からすると必ずしもトルク検知方式でなくともよい。例えばスラスト方向の測定値を用いるものでもよい。その場合の1つの方法としては主軸軸受部に感圧素子を埋設して同素子からの電気信号をA-D変換して利用する方法がある。又他の方法としてはZ軸方向(主軸の軸方向)への送り駆動用モータのシャント電流を用いる方法である。

更に他の1つの方法はサーボラグを利用する方法である。第14図には前記第1の方法として主軸頭内壁101の主軸ベアリングBの外輪端面に接するところには感圧素子102を埋設した部材103が適当なブリロードを与えられて設けられておりこの感圧素子102からの信号が増幅されA-D変換されて第9図(1)~(3)のフローチャートで示されるiNETNN, Iiとして用いられる。

第15図はMCのZ軸方向の送り駆動系統の要部であって同図により前記サーボラグの方法、Z軸送り用モータのシャント電流による方法を説明する。同図においてNC装置からはΔT時間間隔

- 61 -

部119によって監視されておりレジスタ111がオーバーフローしないよう例えばΔTの時間間隔を調整するのに用いられる。図においては監視部119からシーケンサ58へとサーボラグが与えられさらに本発明の要部である検出ユニット51へ与えられる。このようなサーボラグを用いる方法では検出の感度を得るためにサーボ増幅器113→114→TG117→113の制御ループのゲインと113→114→118→111→DAC112→113の制御ループのゲインが適当に設定されなければならない。このサーボラグ方式を用いると特別な検出回路やA-D変換器など(第7図に示す如きもの)は不必要であってしかも信号はすでにデジタル化されているので非常に効果的である。

更に第15図において120はシャント電流検出部でZ軸方向のサーボモータのシャント電流が検出ユニット51に与えられる。この場合は検出電流値がZ軸用モータのシャント電流である点が相違するだけで以後の処理は第9図(1)~(7)と全く

- 63 -

特開昭54-64780(17)

ごとに移動指令値ΔZがレジスタ111へ与えられる。図ではレジスタ111は6ビットの容量でありΔZ=001111すなわち単位移動量の15倍の値が与えられるものとする。この値001111はD-A変換器112に与えられ更にサーボ増幅器113に与えられる。従ってサーボモータ114は送りネジ116を回転させて主軸を含む被動体115をZ軸の所定方向に移動せしめる。(方向指令は省略してある)そして送りネジ116の回転はロータリエンコーダ118からのフィードバックパルスFBPとして前記レジスタ111の値を減少せしめる如くなっている。又サーボモータ114の回転の安定のためタコジェネ117からの信号が増幅器113へフィードバックされている。従ってレジスタ111の値はΔZの値が累積してオーバーフロー状態となることはなくΔTごとにΔZが与えられてもその間に絶えずFBPにより減算されるわけである。このレジスタ111の値をサーボラグと称する。サーボラグ即ちレジスタ111の値は常時NC装置内の監視

- 62 -

同じである。

以上本発明の実施例を説明したが本発明の趣旨はこれら実施例にのみ限定されるものではなく例えば以下に述べる如き種々の方法を含む。

① 本発明による工具折損判定のための第1のデータ(iNETNN)について実施例としては切削時の主軸モータ等の如く、ある瞬時の値をサンプリングしその相加平均値として設定したがこれを一定時間にわたるシャント電流の波形のパターンとして与えるようにすること又主軸のスピンドル部分の振動波形などを量子化して与えることを含む。

② 本発明においては工具の摩耗はいづれ折損に結びつくという意味で工具折損に対するシステムへの対応の仕方が主題であり従って第9図(1)~(7)に示されるフローチャートでは摩耗判定と折損判定との両方を含むように例示されているが摩耗判定に關与するルーチン部分が必須な部分ということではない。

③ 本発明において、1つのMCでの工具マガジンへの工具の補給という課題は同工具マガジンに

- 64 -

十分な本数の代替工具が収納されておれば必ずしも必要なものではない。

④ 又図示しないが工具の補給方式に関しては、工具マガジンをそっくり交換するようにしてもよい。

⑤ 又本発明においては工具マガジンへの補給工具の与え方に関して実施例で各M.C.の目処工具交換装置を用いて即ち一旦M.C.のテーブル上へ補給工具搭載パレットを搬入し、主軸を介して工具マガジンへ供給する場合を示したがM.C.のテーブルを介することなく直接補給工具を工具マガジンへ挿し込むようにしてもよい。

⑥ 本発明においては第1図、第4図に示すように各M.C.のN.C.装置および搬送制御装置21をそのサブシステムとする上位の中央計算機41を必要とするシステムの構成を示したが、必ずしも中央計算機41を必要とするものではない。

即ち各M.C.のN.C.装置には予じめ種々の工作物用の加工プログラムを保持しており、M.C.のテーブル上にパレットが搬入されたとき同パレットを

- 65 -

C.の加工作業域から搬出され他の工作物(II)を搬入するようにしているので従来の如く前記工作物(I)に対し残余の加工を行わせる方法に比べシステムの対応が単純化される。又加工の中断された前記工作物(I)に対しては1ヶ所にまとめてプールされるので後でそれらプールされた加工中断工作物のみを加工処理すればよい。

② 本発明においては工具マガジン内の各工具に対応して同各工具の状態(FTBNN, FTWNN, FCOMNN)を示すビットデータをストアするメモリ手段が設けられており、折損フラグ又は摩耗フラグが立っている(FTBNN=1又はFTWNN=1)工具はプログラム上の工具選択で指定されても実際には主軸に装着されないようになっているので工作物に対する加工は常に正常な工具によりなされる。

③ ②を実現するため工具マガジンには予じめ折損の可能性のある工具に対してその複数本を用意して収納してあるので1つの工具が折損判定されても他の同形格の工具が選択されるのでシステム

- 67 -

特開昭54-64780(18)

識別する手段を設け同手段に回答して同パレット上の工作物に対応する加工プログラム(テープでもよい)がN.C.装置の中で対応されるようにしてもよい。

⑦ 又本発明ではその実施例としてパレットが台車上に載置されるようにしたが同パレットがコンベアライン上を走行されるようになっていてもよい。

⑧ 又第9図(1)~(3)のST36, ST37, ST38に示すように定常切削状態に入ったことを判定する方法として

$$K3 > IR2 > K2$$

を条件としたが切削開始判定後UNT C工具の送り長さを予じめ定めておいてその量に達した時点でF C N S T = 1にセットするようにしてもよい。

次に本発明の効果を列挙すると以下の如くである。

① 本発明によるとM.C.がある工作物(I)を加工中UNT C工具が折損判定された場合、同工作物(I)に対する加工は直ちに中断され同工作物(I)はM

- 66 -

は工具の折損判定によって部分的にしるダウンするということがない。

④ ③において工具マガジンの中の同形格の工具グループが全部折損判定を受けた場合に同じ形格の工具を補給する手段を備えているのでシステムは正常にその運転を続行されシステム効率を高めることができる。

⑤ 本発明においては工具折損判定に加えて工具の摩耗判定をも行うようにしているので工具折損判定となる前に摩耗判定される可能性がありこの場合は同工具は再度使用されることがないので工作物の加工中断の生じる可能性を少なくすることに貢献できるわけである。

⑥ ⑤において工具摩耗判定に必要なデータは折損判定に用いるデータ(例えばINETNN, IR4)をそのまま利用できるようにしているので摩耗判定のための特別な検出部やルーチンを必要としない。

⑦ 本発明においては工具の折損あるいは摩耗判定に到るルーチンにおいてIR1, IR2, IR,

- 68 -

-408-

3. IR4などの如く比の値を用いてそれぞれ切削開始、定常切削開始などの判定を行っているので例えばドリル等でその直径が種々の大きさのものであっても各々の直径ごとに判定条件を設定するという複雑さを回避している。

⑧ 本発明によるシステムにおいては工具摩耗の判定は定常切削状態に入ってから直ぐ実行され一旦その判定がN0であると以後の切削中は折損判定のみ実行されるようにしている。すなわち工具の摩耗は1つの穴加工中で急激に、突発的に増大するものではなく蓄積されてゆくという考えに立っているので切削加工中切屑などの如く、工具摩耗に因らない理由で切削電流が摩耗判定レベル以上になったとしても、そのことによって同工具に対して摩耗判定を下すのを避けるようにしているので本当に摩耗した工具に対してのみ摩耗判定を行うことが可能である。

⑨ 本発明によるシステムにおいては切削中の工具が摩耗判定された場合、同工具に対する切削送りはやさを低減するようにして工作物に対する加

- 69 -

グループ中の正常な工具NN (FTBNN=FTWNN=0)の残本数がなくなる前に工具補給を指令しているので、同工具グループの工具が切削中摩耗判定されたとき工具マガジン内に代替工具が残っていない場合でしかも工作物の加工は継続しなければならないようなときに再度同工具グループの工具がUNT工具として指定された場合は工作物を一旦搬送ラインへ出して工具の補給シーケンスを先行しなければならないといった不都合さを避けることができる。

⑩ 本発明によるシステムにおいてはパレットを塔載して自走する台車を有しており、又パレットは工作物塔載用、補給工具塔載用とも前記台車に載置できるので工作物や補給工具の搬入、搬出が円滑に行われる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は無人システムの運転される機械工場の概略平面図、

第2図(1)は工具ロボットの平面図、第2図(2)は同図(1)の側面図、第3図(1)は工具塔載パレットが

- 71 -

特開昭54-64780(19)

工を中断せず継続する。そして送りはやさの低減の度合はプログラム指令値に対し摩耗判定されるごとに増大するようにしている。即ち摩耗による切削性能の低下を工具送りの低減で逐次補うようにして同摩耗判定工具が他の工具による加工工程のため主軸から取りはずされるまで前記工作物に対する加工を続ける。このことは工作物に対しある工具がある1つの位置での切削加工中に摩耗判定だけでなく折損判定までなされそれに伴って工作物の加工中断という状態に突き進む条件を少なくしている。

⑪ 本発明においては工具の折損判定は必ずしも折損判定直後の工具が折損していないことを保証するものではないが、しかし大抵の場合には折損判定工具は実際の折損をまぬがれるように判定されるのでこのような判定方法により折損した工具破片が工作物の加工面を損傷するといったことが生ずる可能性を極力少くできる。

⑫ 本発明においては前述した工具補給手段に対して、工具マガジン内に収納されているある工具

- 70 -

マシニングセンタのテーブル上に位置している側面図、第3図(2)は工具塔載パレットの平面図、第3図(3)は第3図(2)のI-I線断面図、第3図(4)は工具の主軸へ又は主軸からの着脱の推移を示す図、第4図は本発明システムにおける中央計算機と搬送制御装置および各NC装置との関係を示すブロック図、第5図(1)は本発明の検出ユニットとシーケンサおよびNC装置との関係を示すブロック図、第5図(2)は前記検出ユニットのパネル正面図、第6図は第5図(1)の詳細ブロック図、第7図は切削電流の検出回路の一例を示す回路図、第8図は検出ユニットのメモリ手段の内容を示す図、第9図(1)~(3)は本発明による工具折損、工具摩耗の判定に到るプログラム処理ステップを示すフローチャート、第9図(4)は第9図(1)内のSTG2の他の実施例を示すフローチャート、第9図(5)は工具補給指令を与える部分のフローチャート、第9図(6)は工具折損、工具摩耗の判定があった場合のNC装置の対応動作を示すフローチャート、第9図(7)は第9図(3)のSTG4の具体化されたフローチャート

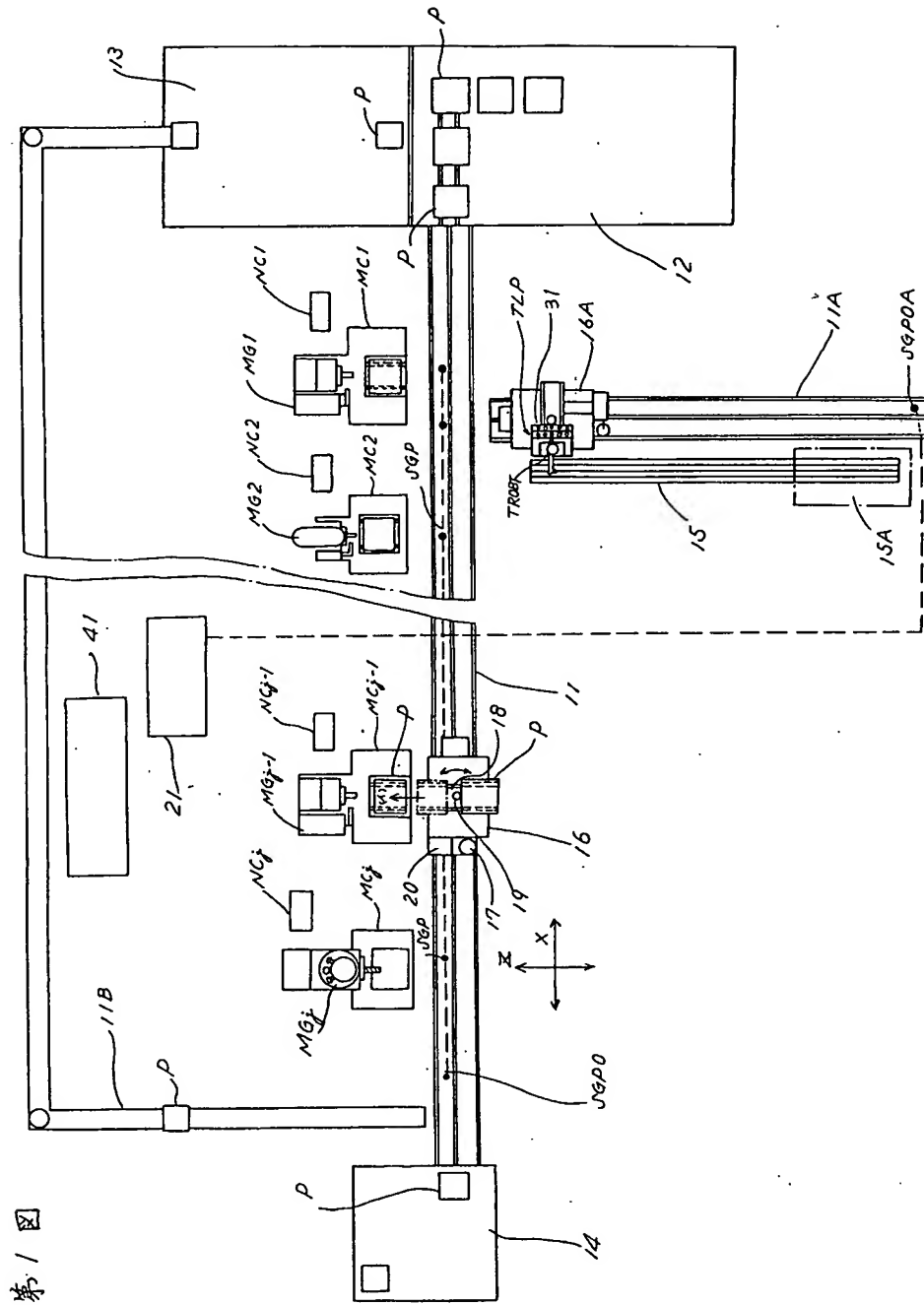
- 72 -

-409-

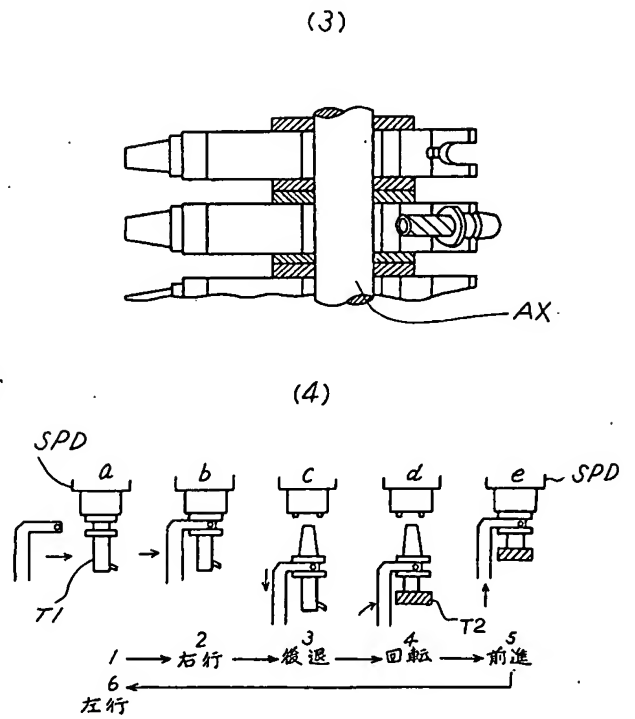
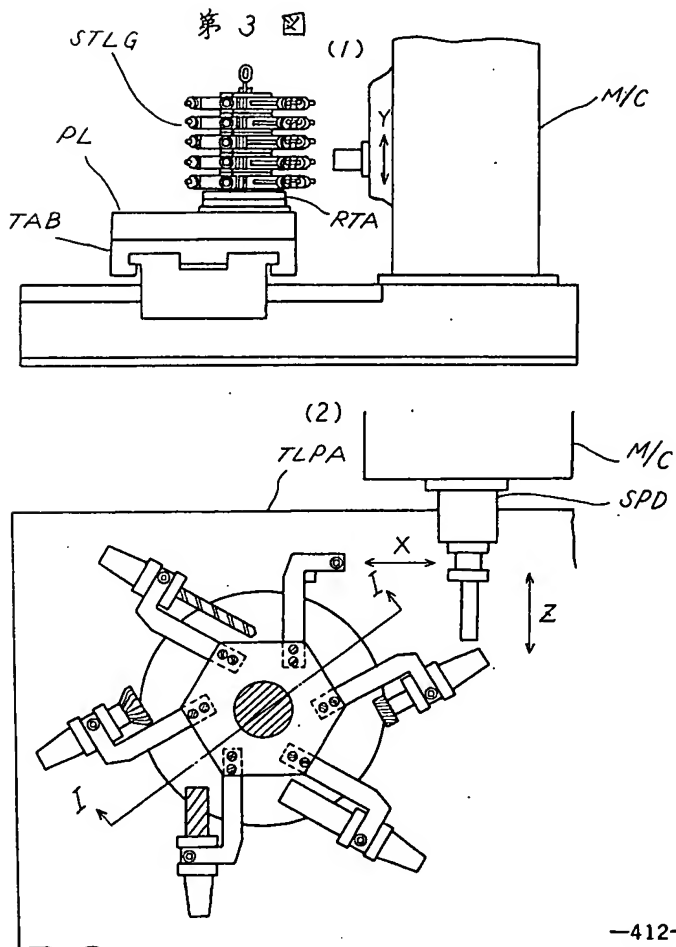
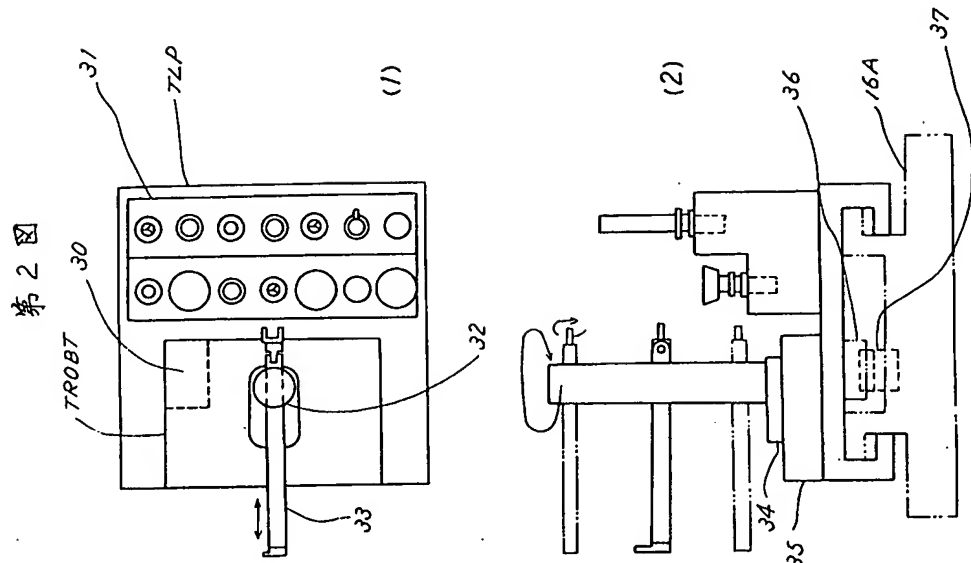
ト、第10図は工具としてドリル、タップを用いて切削加工した場合の各信号との関係を示す波形のモデルを示す図、第11図は検出ユニットとシーケンサーとの間のインターフェイスを示す図、第12図(1)、(2)は6φのドリルによる穴加工を行った場合の主軸モータの電流波形図第13図は12φのドリルによる穴加工を行った場合の主軸モータの電流波形図、第14図は主軸の軸受近傍にスラスト力検知用感圧素子を埋設した場合の断面図、第15図はスラスト力をサーボラグにより検知する方式を示す回路のブロック図である。

11、11A…搬送ライン、12…待機エリア、14…集合エリア、15…工具棚、16、16A…台車、17…車輪、18…ガイド体、21…搬送制御装置、51…検出ユニット、51-3…論理演算部、58…シーケンサー、73…メモリ手段。

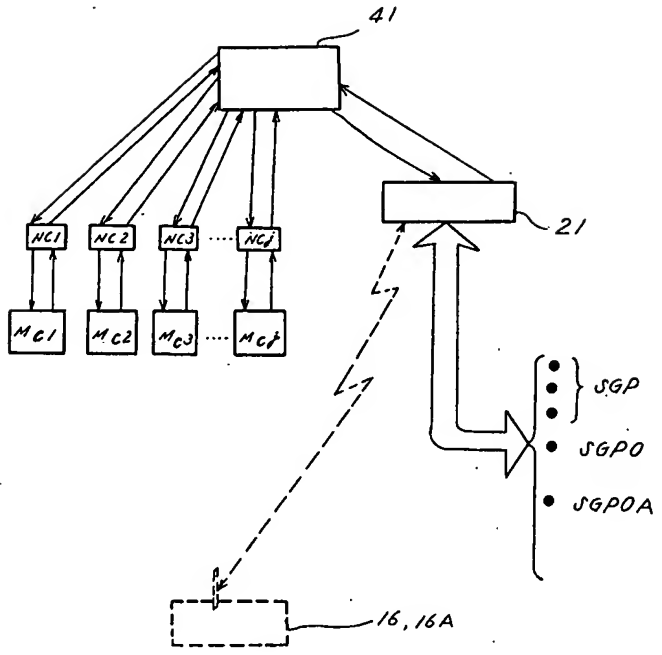
出願人 東芝機械株式会社



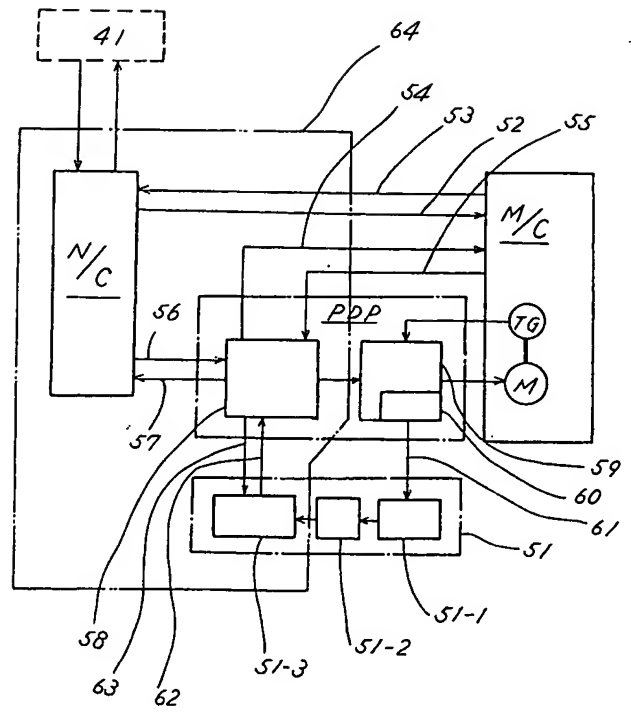
第1図



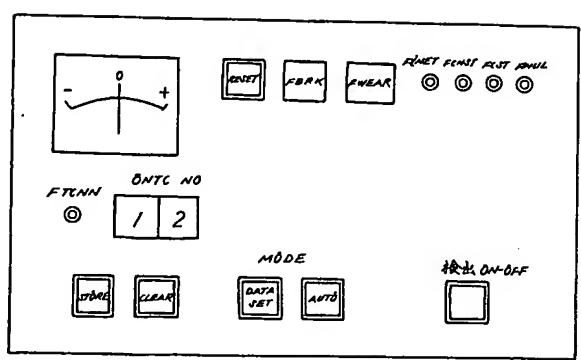
第 4 図

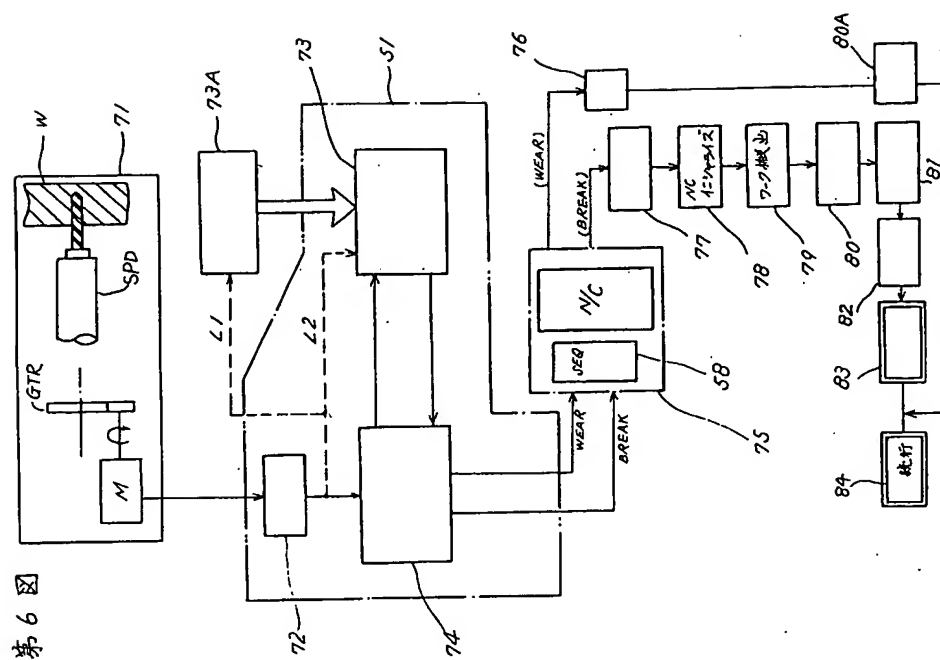


第 5 図 (1)

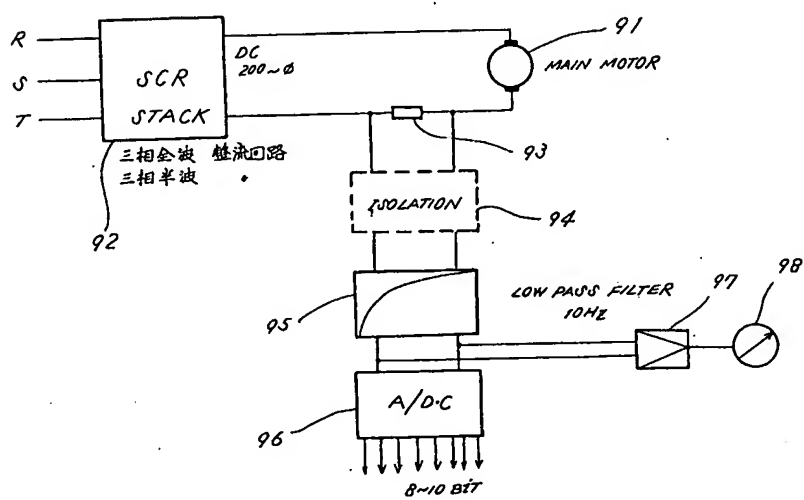


第 5 図 (2)





第 7 回

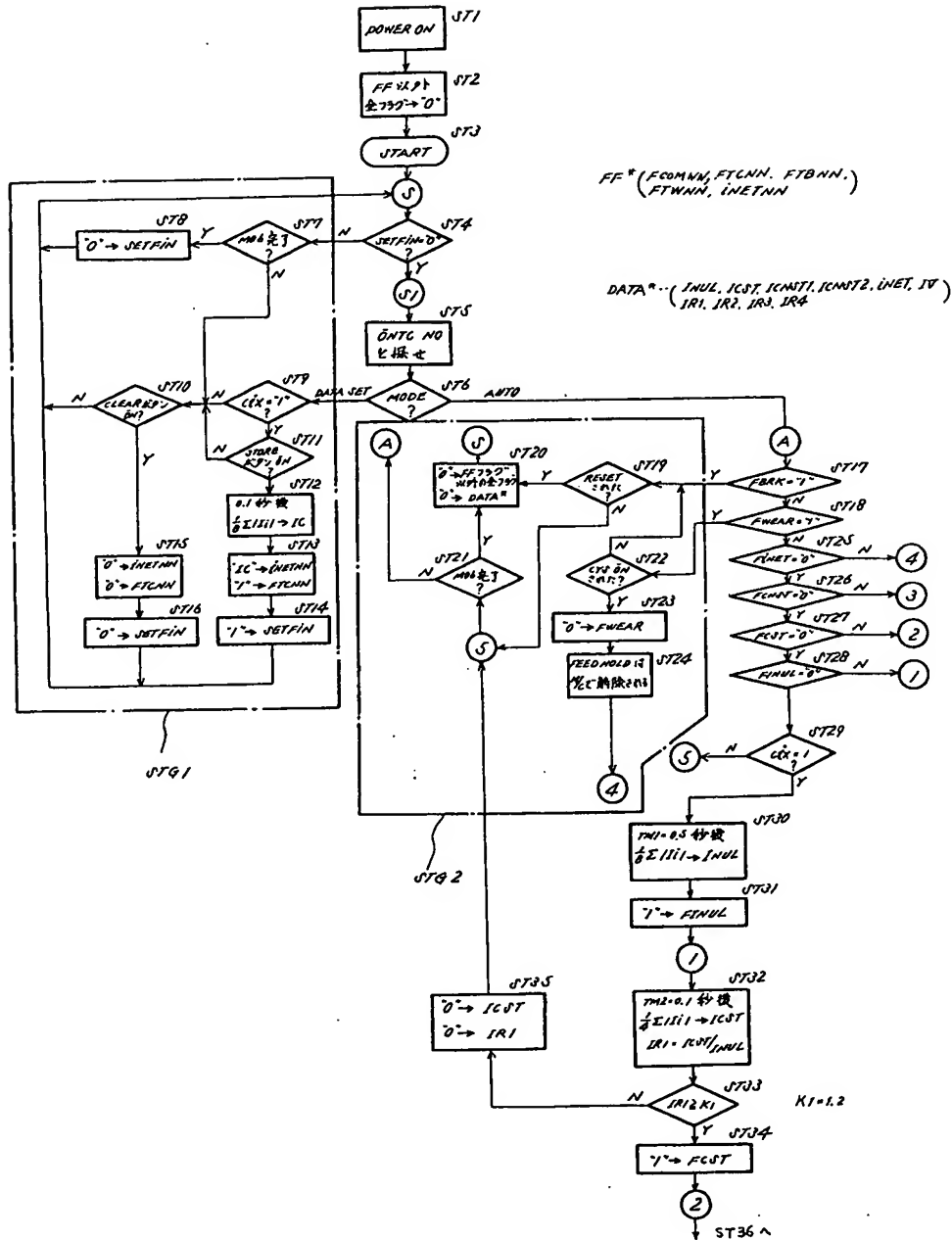


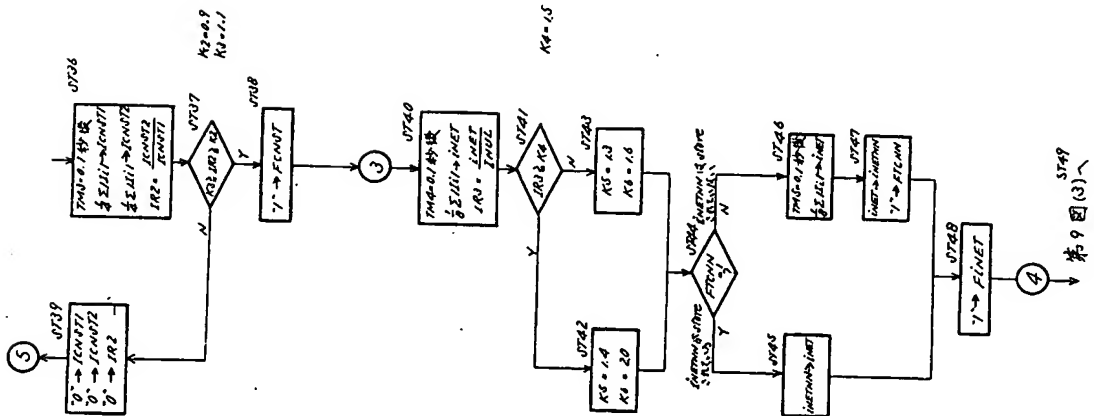


## 第 8 図

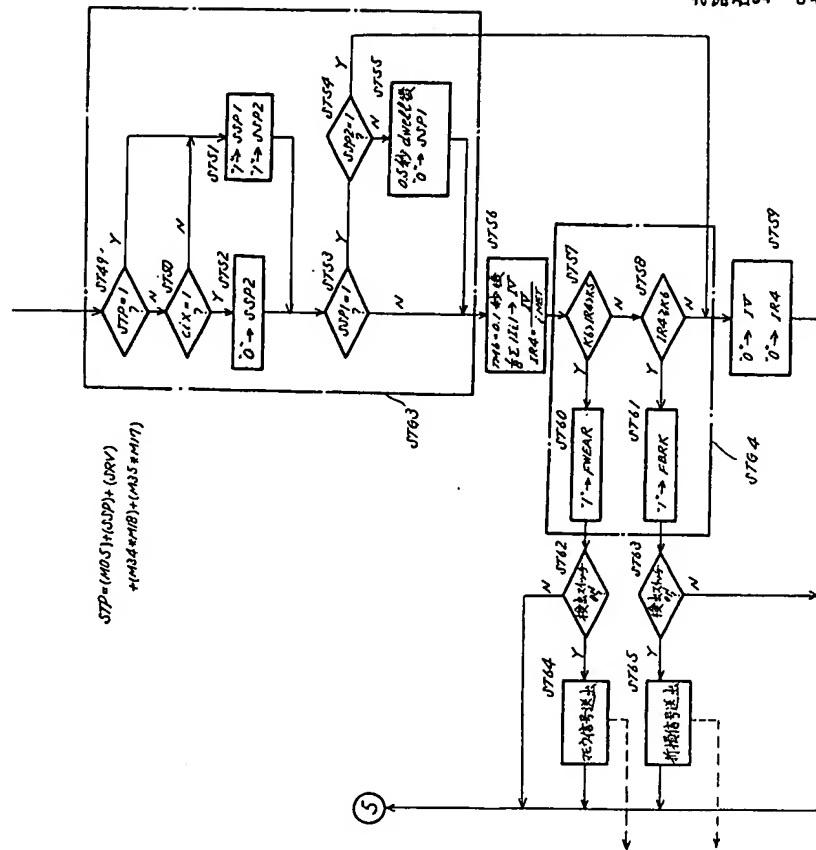
工員番号 ↓	(8)ビット INETNN	(1) FTCNN	(5) FCOMNN	(1) FTBNN	(1) FTWNN
00					
01	00000000	0	00001	0	0
02	00000000	0	00001	0	0
03	00000000	0	00001	0	0
04	00000000	0	00001	0	0
00					
05	01011001	1	00010	0	1
06	01011001	1	00010	1	1
00					
07	00000000	0	00011	0	0
08	00000000	0	00011	0	0
00					
09	10010001	1	00100	0	0
00					
...					
NN			1	0	1
...					
99			11111	1	1
00					

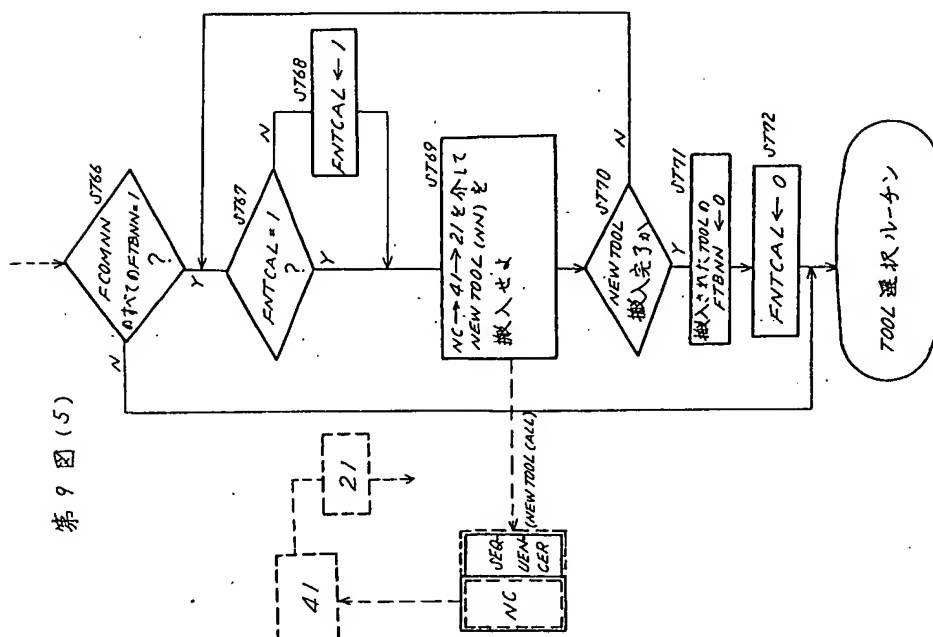
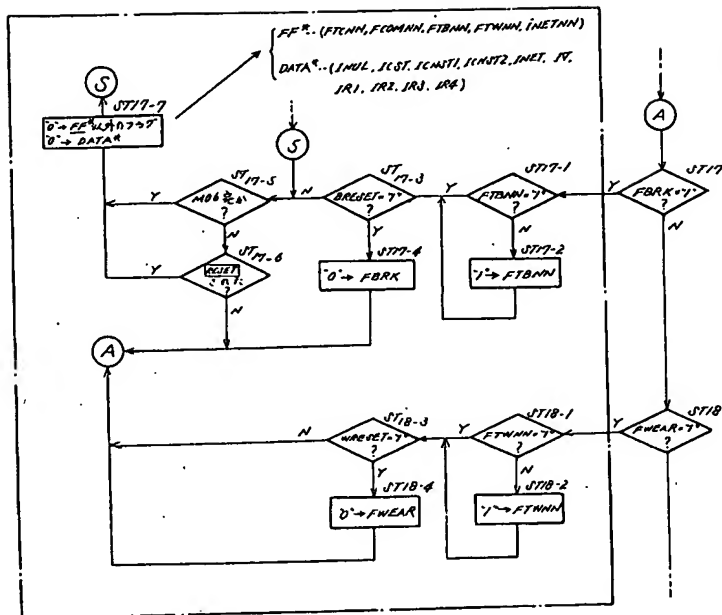
第9図(1)



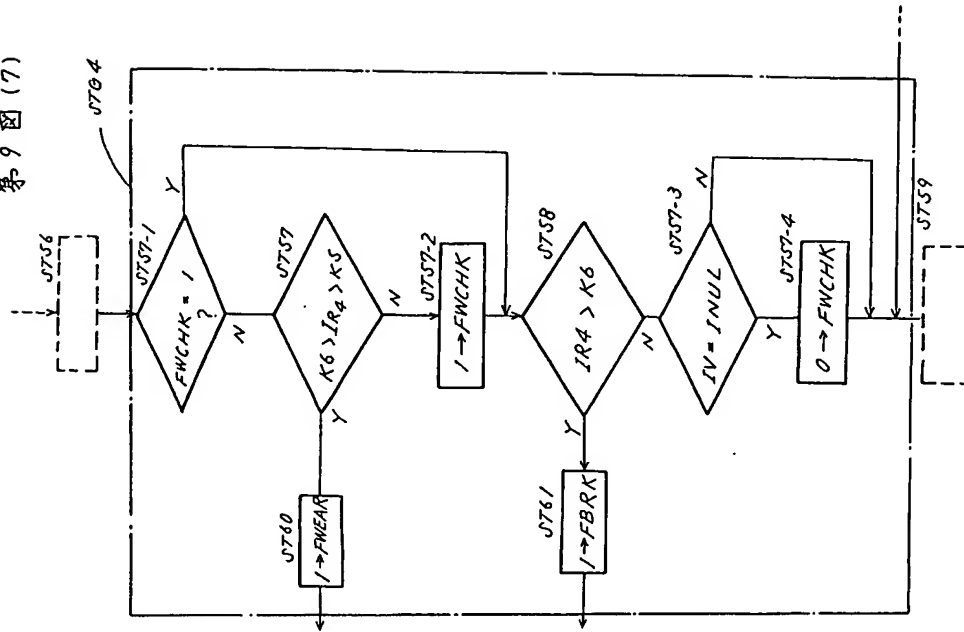


第9回(3)

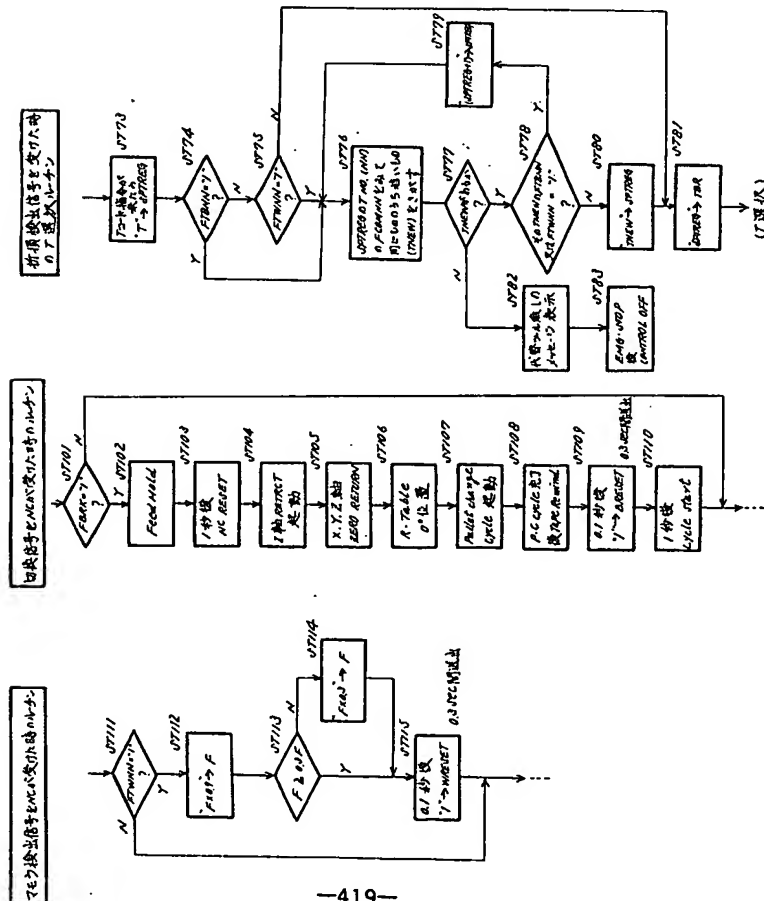




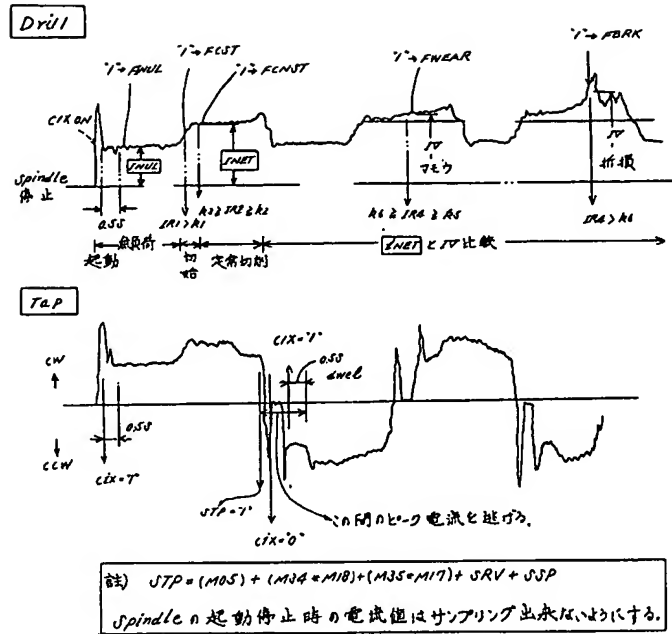
第9図(7)



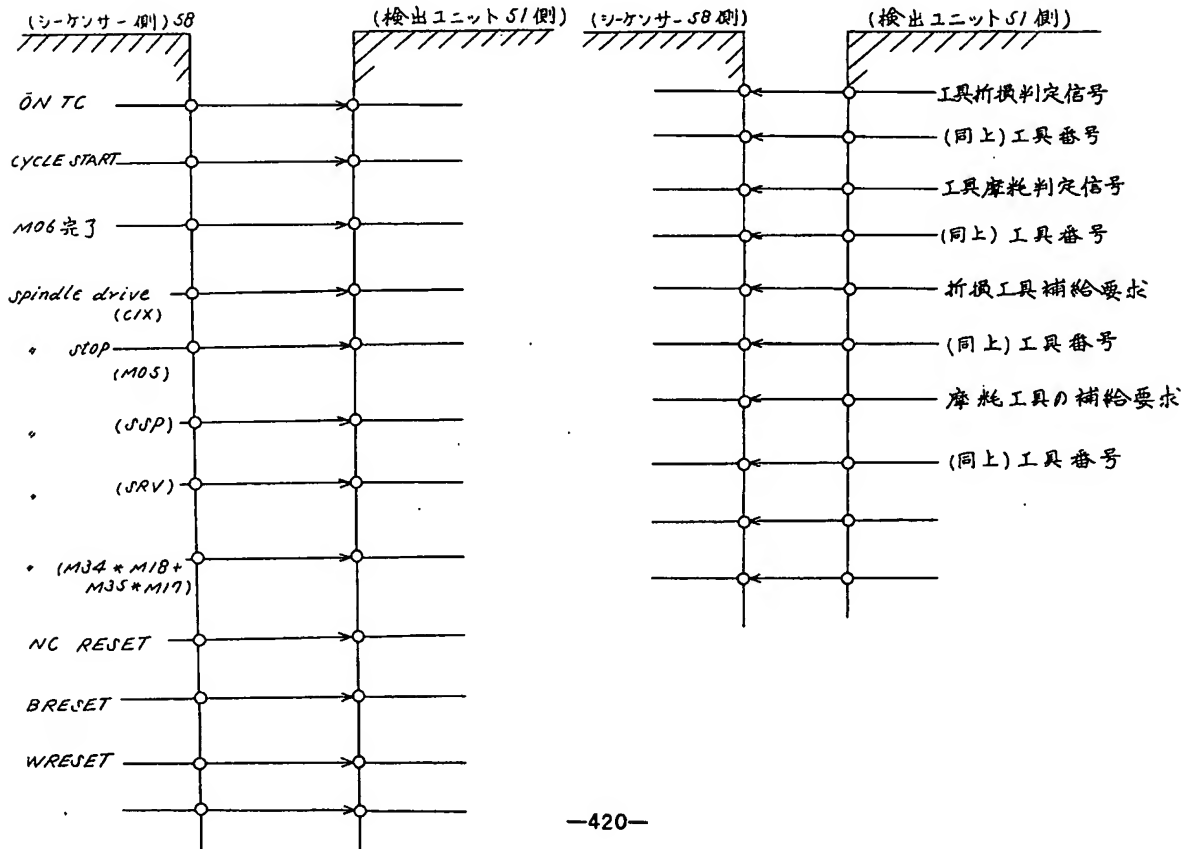
第9図(6)



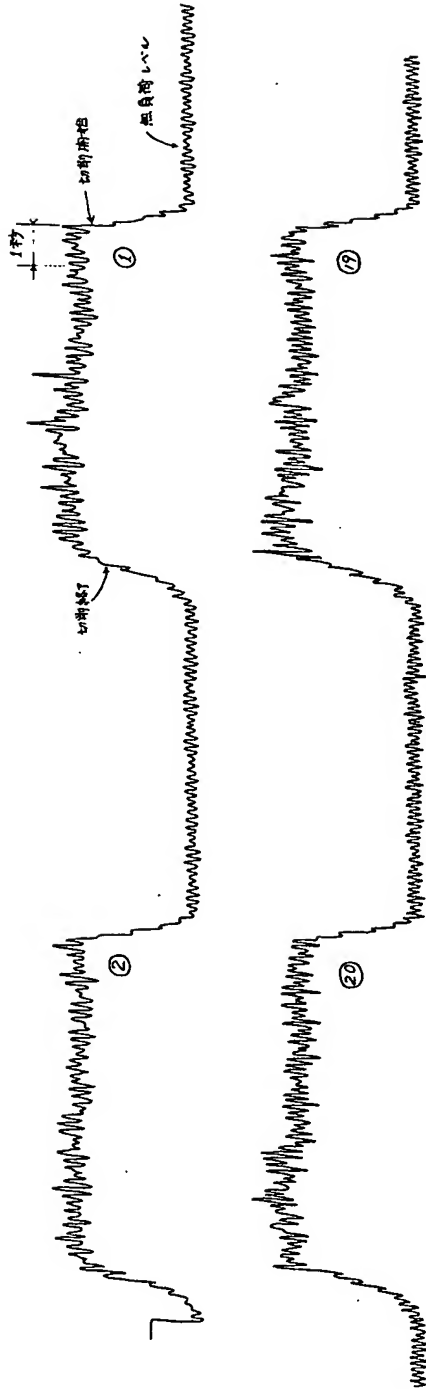
第10図



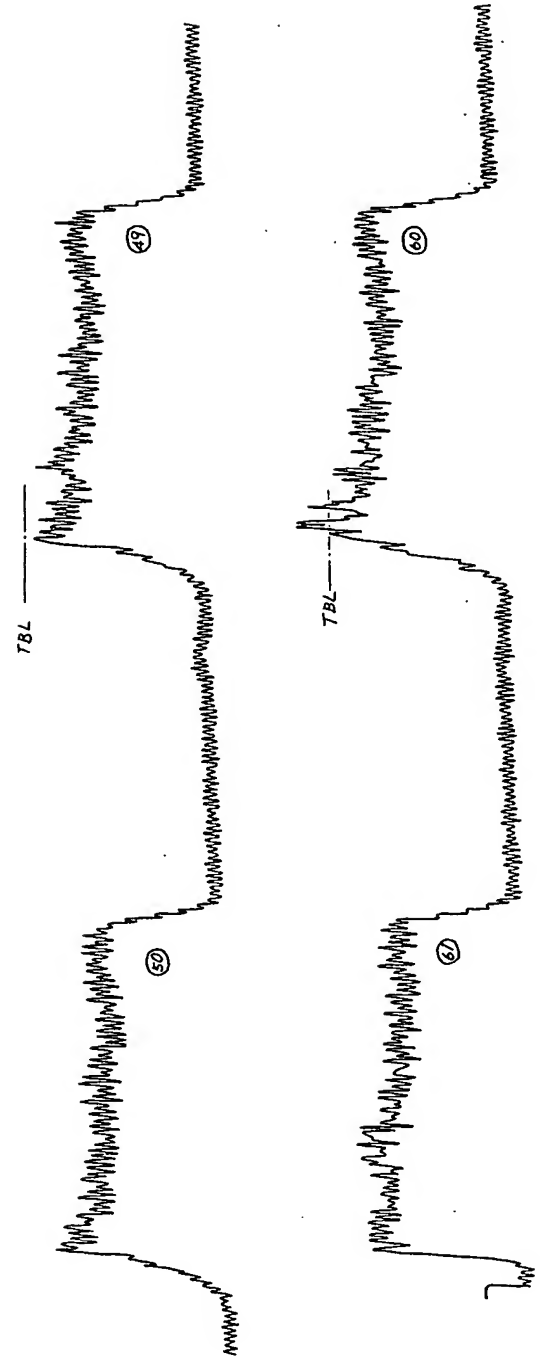
第11図

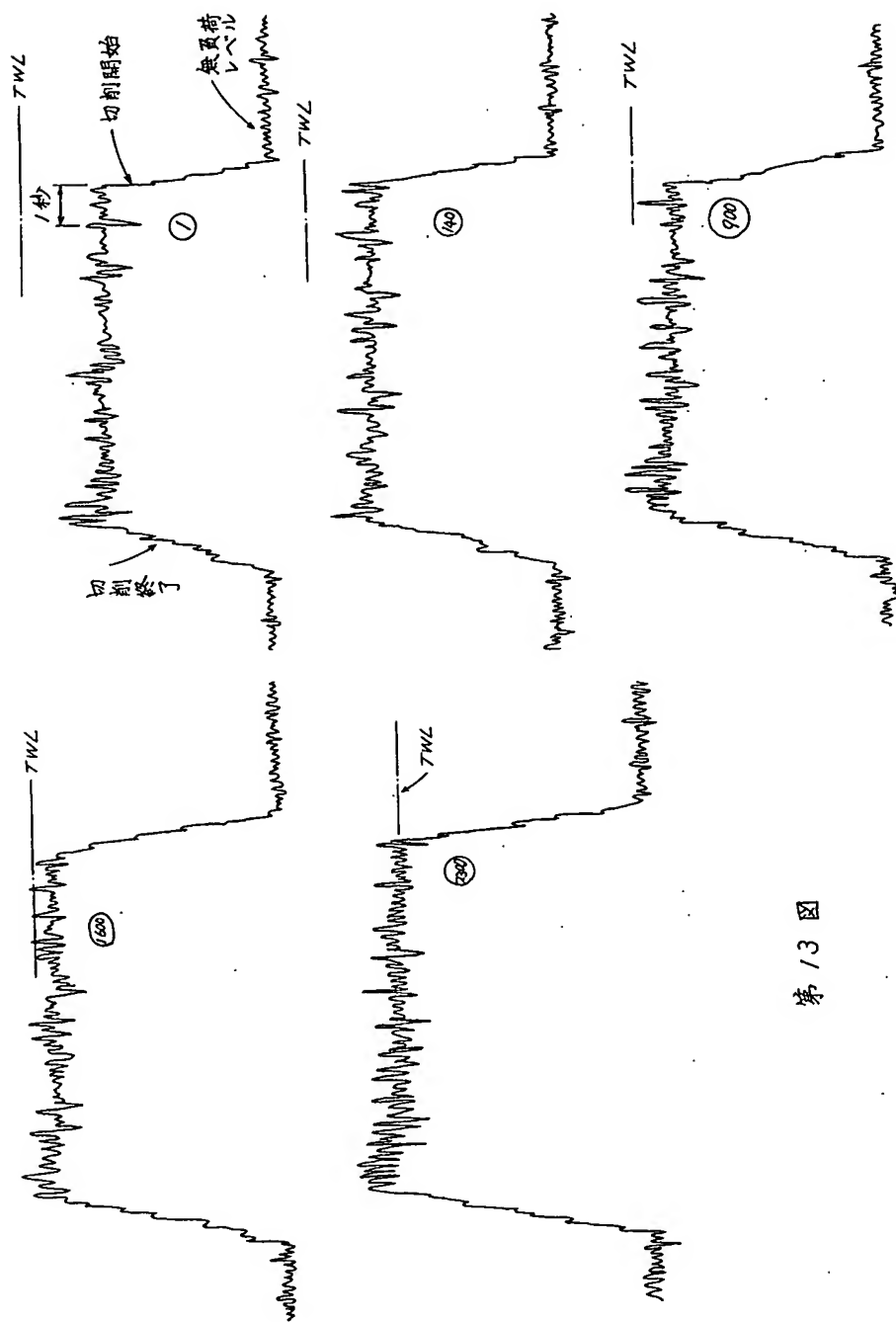


第 12 図 (1)



第 12 図 (2)

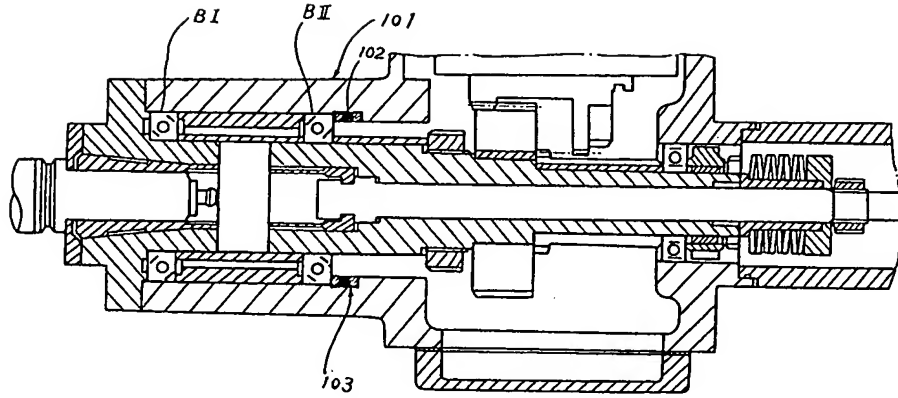




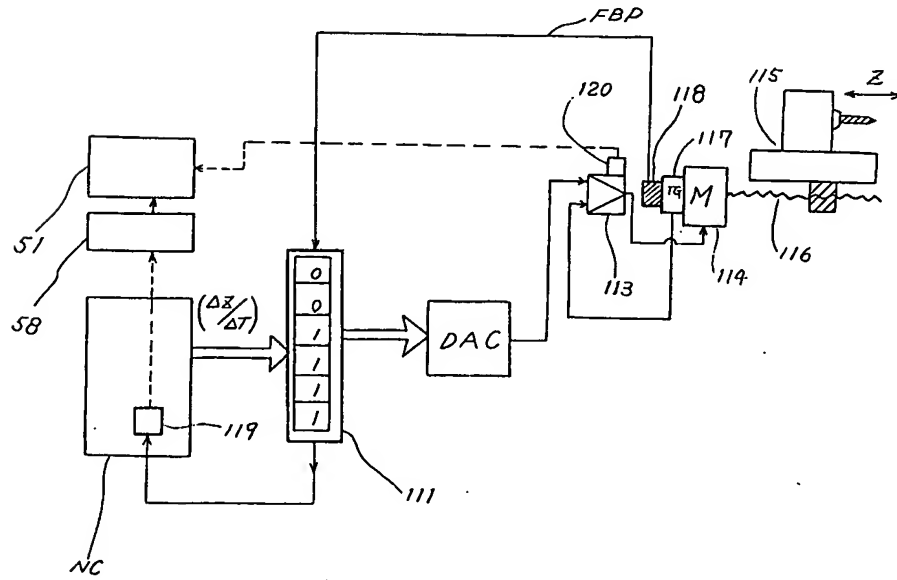
第13図



第 14 図



第 15 圖



PAT-NO: JP354064780A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 54064780 A

TITLE: UNATTENDED OPERATING SYSTEM IN MACHINING

PUBN-DATE: May 24, 1979

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YOSHIDA, SATORU

MORIMOTO, ISAO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

TOSHIBA MACH CO LTD

N/A

APPL-NO: JP52131848

APPL-DATE: November 2, 1977

INT-CL (IPC): B23Q041/08

US-CL-CURRENT: 29/33P, 29/563, 483/10, 483/38, 483/56, 901/9

ABSTRACT:

PURPOSE: To undertake unattended operation of a working machine by immediately stopping machining, carrying a workpiece out of a working line and sending in the next new workpiece, when breakage of a tool is detected during the working of a machining center (MC).

CONSTITUTION: At an evaluating part 74, the cutting current value during the machining of a workpiece W is compared with the normal cutting current value of a memory means 73, and a tool is judged to have been worn out or broken when the said value exceeds the fixed value. This evaluating signal goes into the part 76 through a sequencer 58, NC device part 75, thus the tool feeding speed is slowed down by the order from NC device. This evaluating signal is sent also into the part 77 where the separation of the tool and the workpiece W takes place. Next, NC device is initialized at the part 78; thereafter, at the part 79 the workpiece W is carried out from the table situated within the working range of MC into a carrying line. On the other hand, at a part 81, a new workpiece is brought in within the said working range. The new workpiece

is machined according to a machining program directed at a part 83 with a substitute tool chosen at a part 82.

COPYRIGHT: (C)1979,JPO&Japio